ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE DU SYSTÈME NERVEUX

Estelle Scherrer,Formatrice paramédicale IFAS Bischwiller

PREAMBULE

- Les parties du cours **en caractères bleu**, classées comme « BONUS » n'ont pas ou presque pas été abordés en cours. Elles sont données en complément mais ne seront pas soumises à évaluation

PLAN

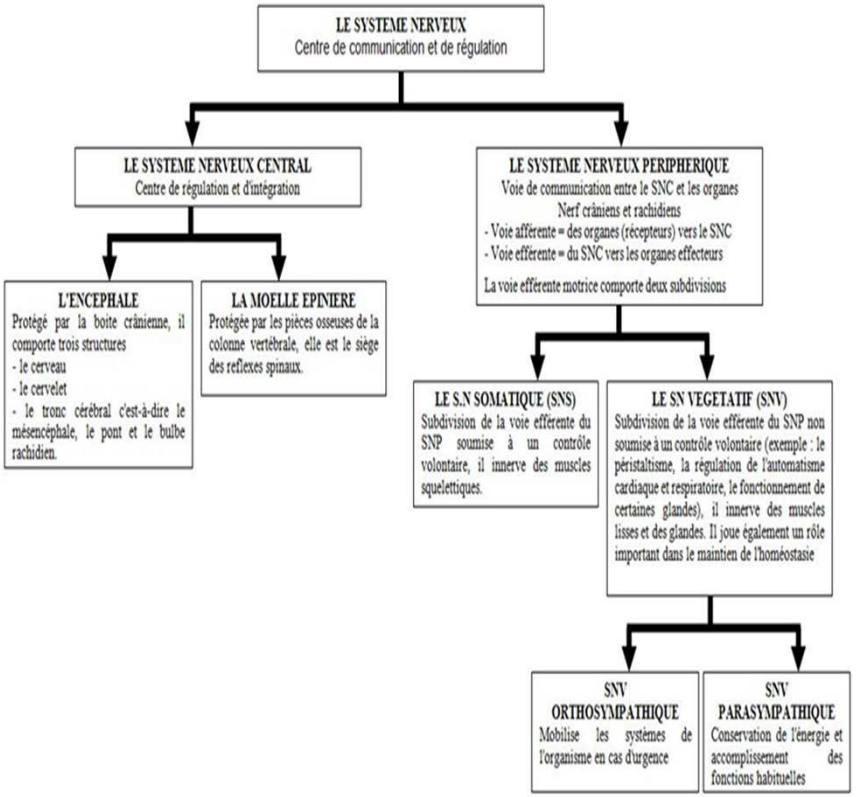
1. Organisation générale du système nerveux

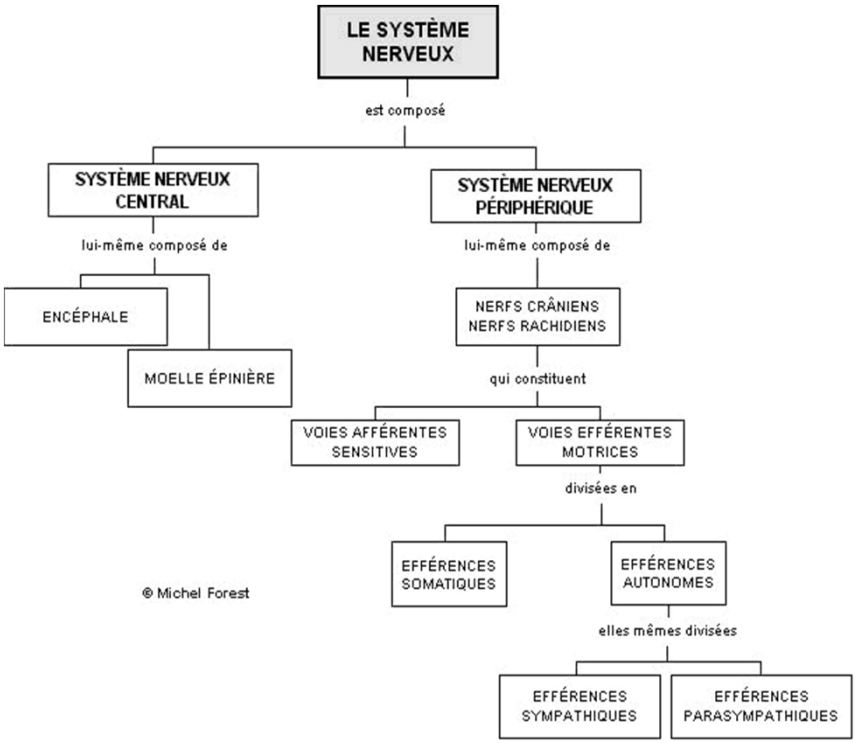
1. Histologie et physiologie neuronale
   - Le neurone
   - le potentiel de repos et le potentiel d'action (bonus) *pour expliquer le mécanisme membranaire de la transmission de l'influx (information) électrique*
   - La synapse
   - Les cellules gliales (bonus)
   - La plaque motrice
2. Anatomie du système nerveux central
   - Méninges
   - Encéphale : cortex, cervelet, tronc cérébral
   - Moelle épinière
3. Le système nerveux périphérique
4. Le système nerveux autonome
5. Les explorations fonctionnelles en Neurologie

Organisation générale du système nerveux -1-

Remarques: autonome c'est pareil que végétatif

orthosympathique c'est pareil que sympathique





Organisation générale du système nerveux -2-

Le système nerveux central comprend

l'encéphale ainsi que la mœlle épinière.

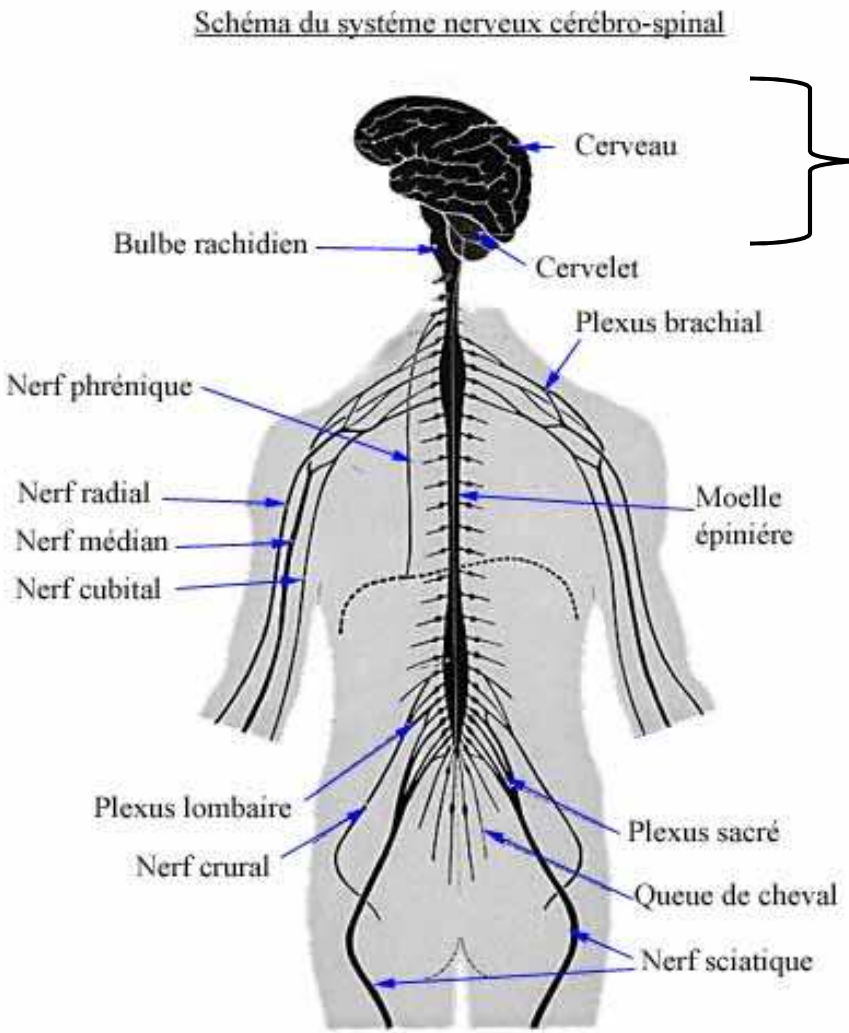
1 L'encéphale correspond aux trois organes qui sont situés **dans la cavité de la boîte crânienne** qui sont le **cerveau**, **le cervelet** et le tronc cérébral.

2 La mœlle épinière est située **dans** le canal rachidien qui résulte de la superposition des vertèbres de la colonne vertébrale.

Ces organes du système nerveux central sont des centres d'intégration qui analysent et interprètent les informations sensorielles afin de donner des commandes motrices basées sur l'expérience de l'individu, sur les réflexes ainsi que sur les conditions qui prévalent dans l'environnement externe.

Le système nerveux périphérique est composé des organes du système nerveux situés **à l'extérieur de la cavité crânienne et du canal rachidien** donc à l'extérieur du système nerveux central. Ces organes correspondent aux différents nerfs rattachés à l'encéphale ou à la mœlle épinière. Les nerfs qui se rattachent au tronc cérébral de l'encéphale sont appelés des **nerfs crânien**s alors que ceux qui se rattachent à la mœlle épinière sont des **nerfs rachidiens** car ils émergent du canal rachidien.

Organisation générale du système nerveux -3-



Encéphale

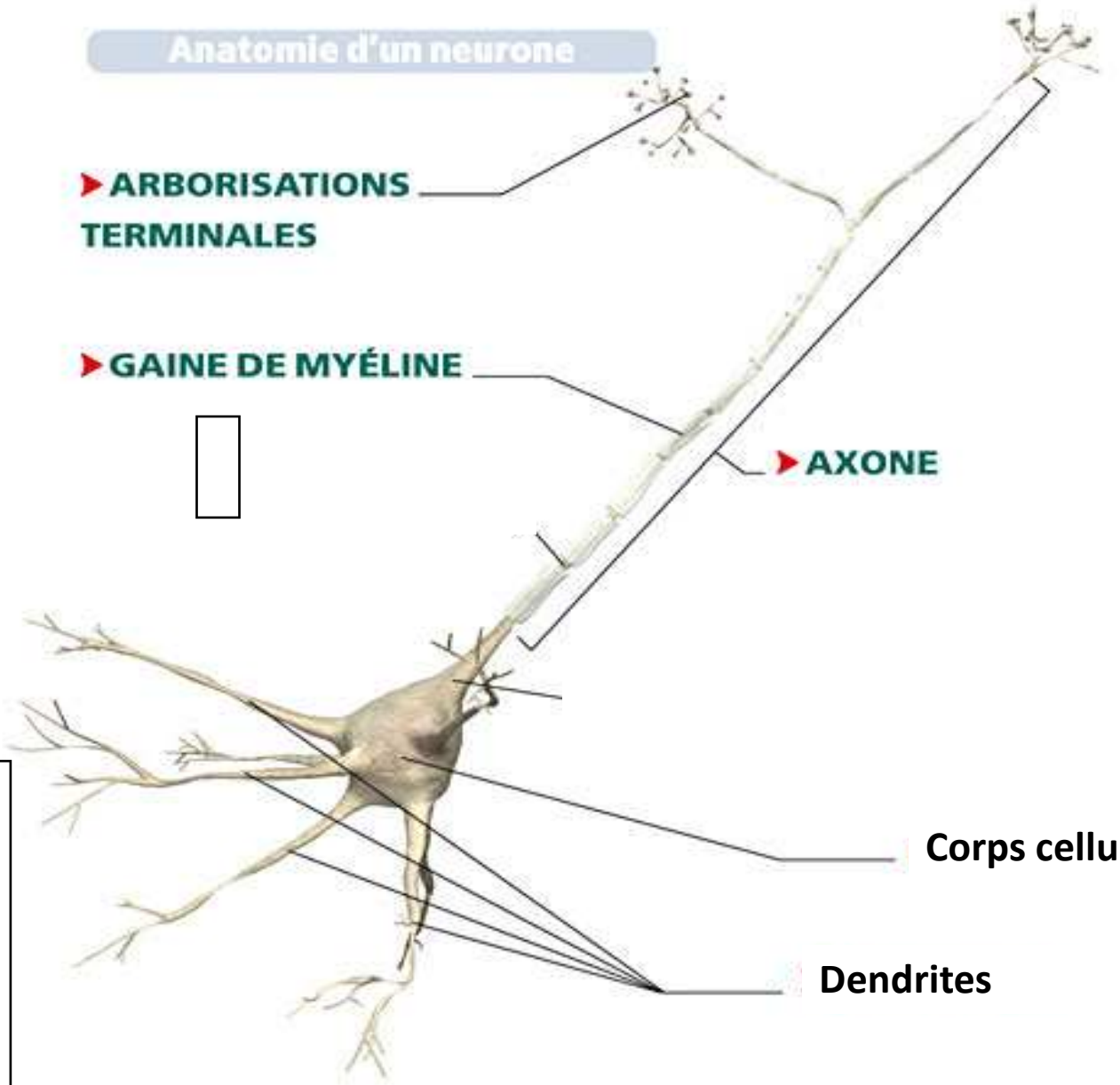
Cerveau + cervelet + tronc cérébral = encéphale

Encéphale + moelle épinière = système nerveux central

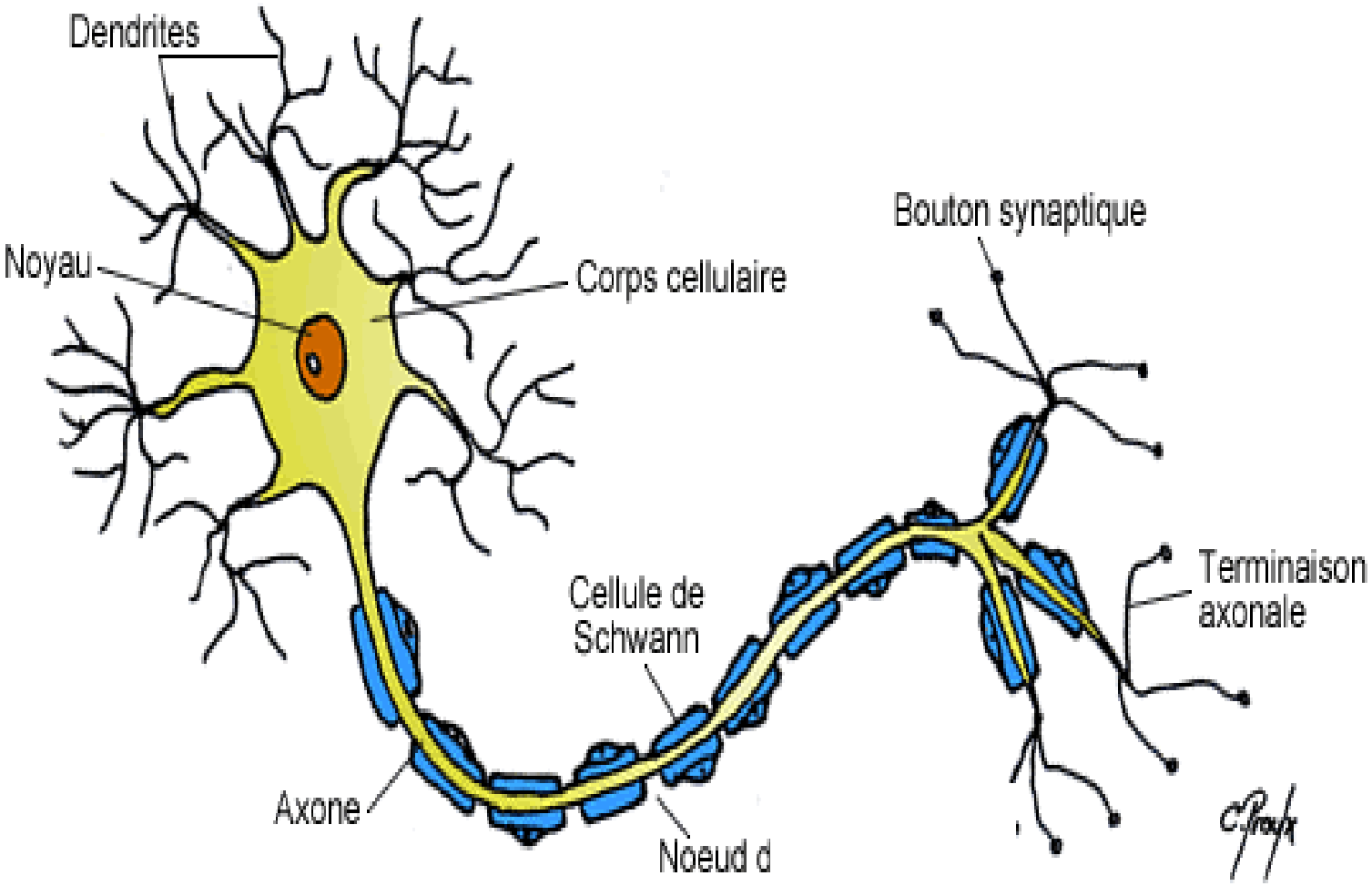
Le neurone

- Le **neurone** : cellule responsable de la genèse= (création), du traitement et de la propagation des informations.
  - Le neurone est une cellule **communicante** : chaque neurone reçoit des informations de 100000 neurones et envoie des informations vers 100000 neurones
  - Le neurone a une forme particulière : nombreux prolongements
    - 1 **axone** (qui se ramifie), de nombreux **dendrites**
  - Un neurone ne se divise pas
  - La substance grise est la zone où se trouvent les corps cellulaires
  - Substance blanche : prolongements

Le neurone


Anatomie d'un neurone
ARBORISATIONS TERMINALES
GAINE DE MYÉLINE
AXONE
Corps cellulaire
Dendrites

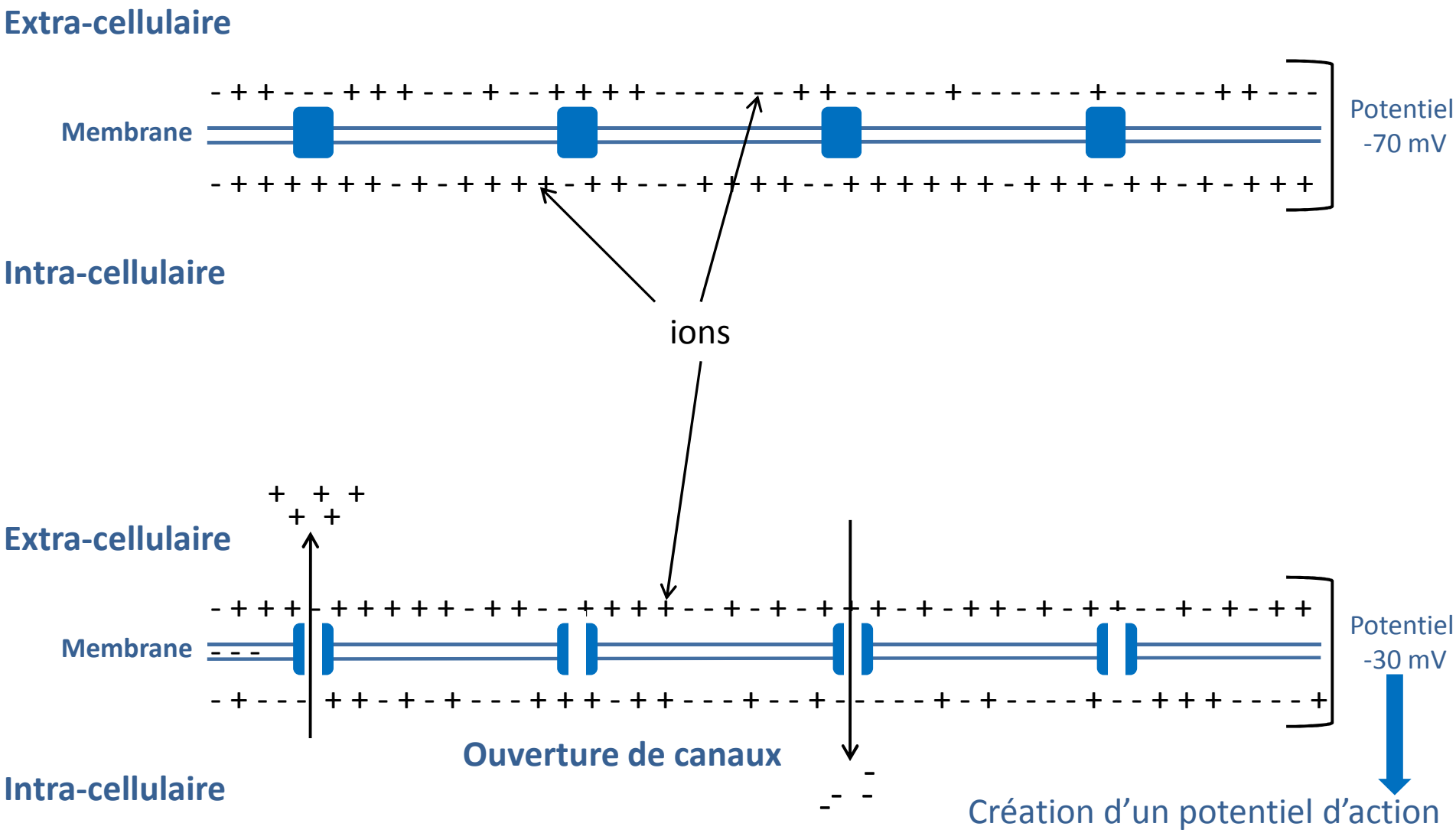
Le neurone


Dendrites
Noyau
Corps cellulaire
Bouton synaptique
Cellule de
Schwann
Terminaison
axonale
Axone
Noeud d

Le potentiel de repos du neurone bonus

- Les neurones sont délimités par une **membrane**
- La **concentration en ions** (notamment Na+, Cl-, K+) n'est pas la même de part et d'autre de la membrane
- Cette différence de concentration va créer un **potentiel** de repos, c'est-à-dire une tension
  - Le potentiel de repos est de -70 mV
- L'ouverture de **canaux** dans la membrane va permettre les échanges d'ions entre les deux côtés de la membrane, et donc modifier le potentiel : **dépolarisation**
- Si la dépolarisation est suffisamment importante, création d'un **potentiel d'action** : vague de dépolarisation qui se propage

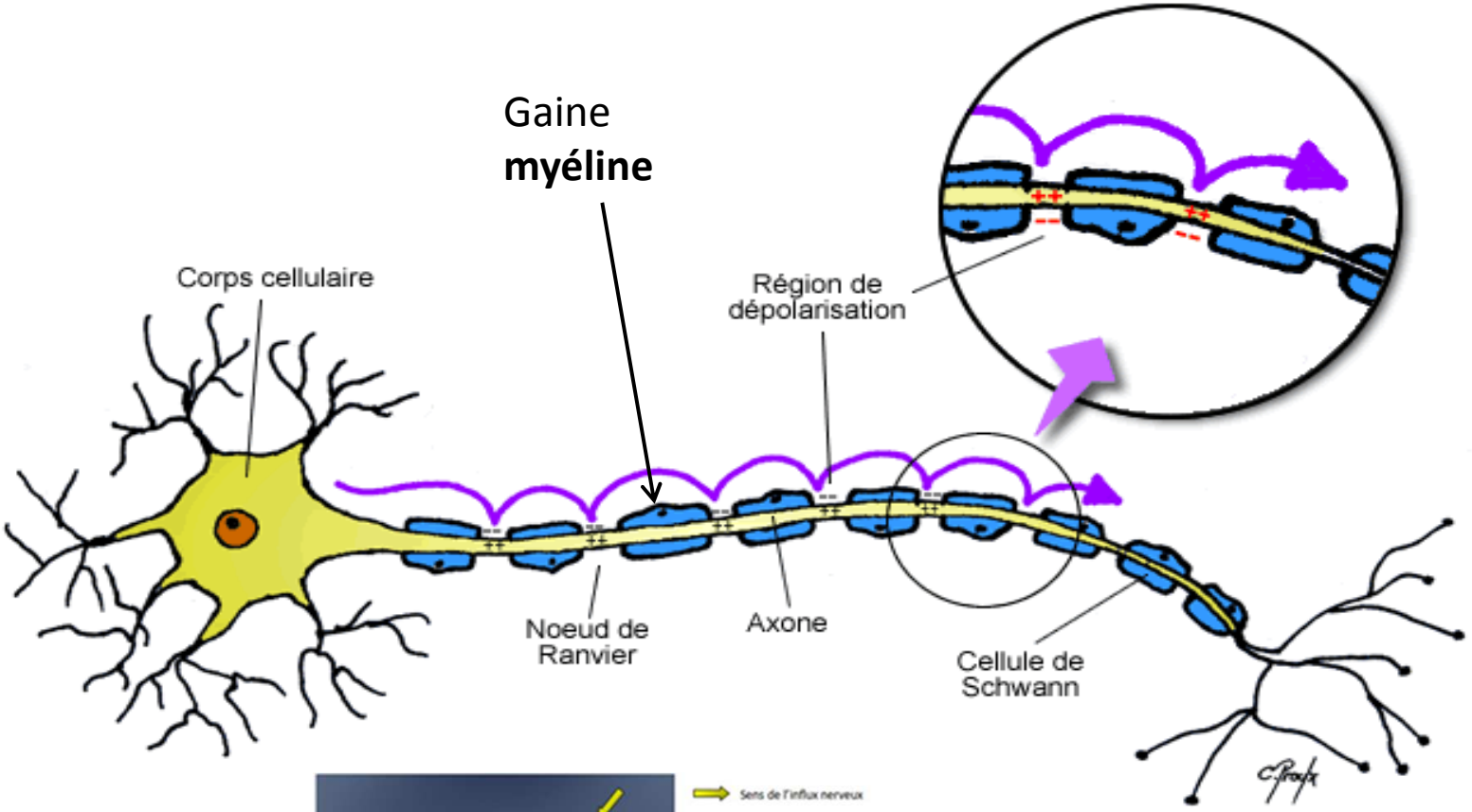
Naissance de l'influx électrique bonus

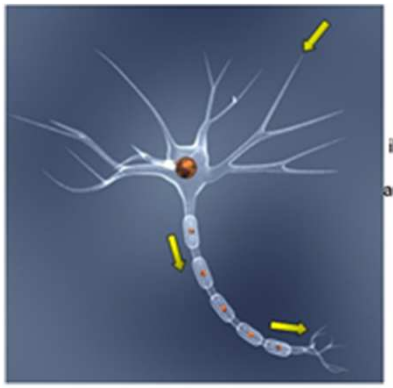


L'information dans le système nerveux

- L'information dans le système Nerveux est codée par des **signaux électriques** : potentiels d'action répétés
- Ces signaux cheminent le long des prolongements des neurones **comme du courant dans des fils électriques (**cf illustration page suivante)
- La propagation du signal électrique est favorisée et accélérée par la **myéline**, substance qui recouvre les axones
- Entre 2 neurones (synapse), le courant est transformé en **signal chimique** (les neurotransmetteurs)

Propagation du signal électrique





Sens de l'influx nerveux

Quand l'influx nerveux arrive au neurone, il rentre par les dendrites et longe l'axone. Il sort aux terminaisons axonales.

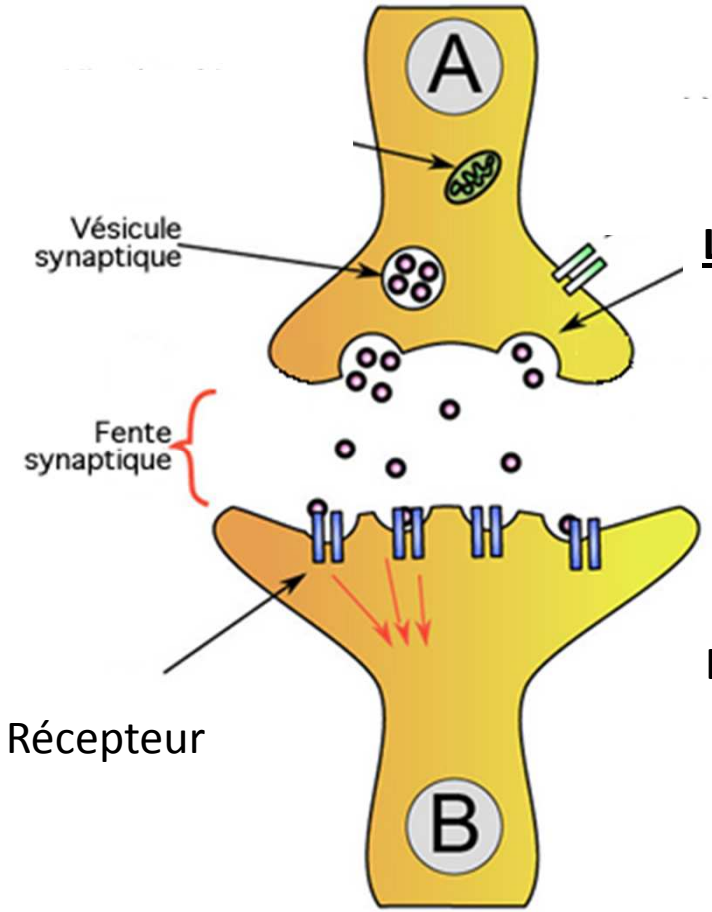
-

La synapse

- La synapse c'est la zone **d'échange d'information entre deux neurones**
  - Les deux neurones ne se touchent pas : il existe un espace entre les 2 (fente synaptique)
  - L'arrivée du signal électrique provoque la libération dans la fente synaptique de substances chimiques appelées neurotransmetteurs
    - Ex : acétylcholine, dopamine, GABA, sérotonine…
  - Ces neurotransmetteurs se fixent sur le neurone post-synaptique et provoquent la création d'un signal électrique en déclenchant l'ouverture de canaux et donc la dépolarisation membranaire

La synapse

A : Neurone pré-synaptique
(axone)

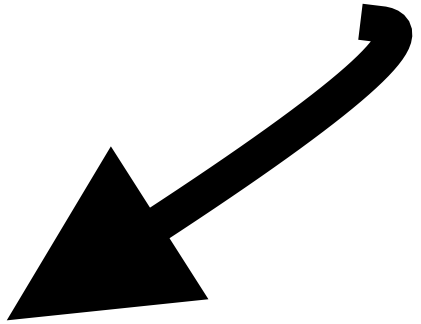


<u>Libération du neurotransmetteur</u>

B : Neurone post-synaptique
(dendrite)

Les cellules gliales bonus

- 10 x plus nombreuses que les neurones
- Ces cellules environnent les neurones, et assurent de multiples fonctions :
  - Immunitaire
  - Synthèse de la myéline
  - « étanchéité » de la synapse…

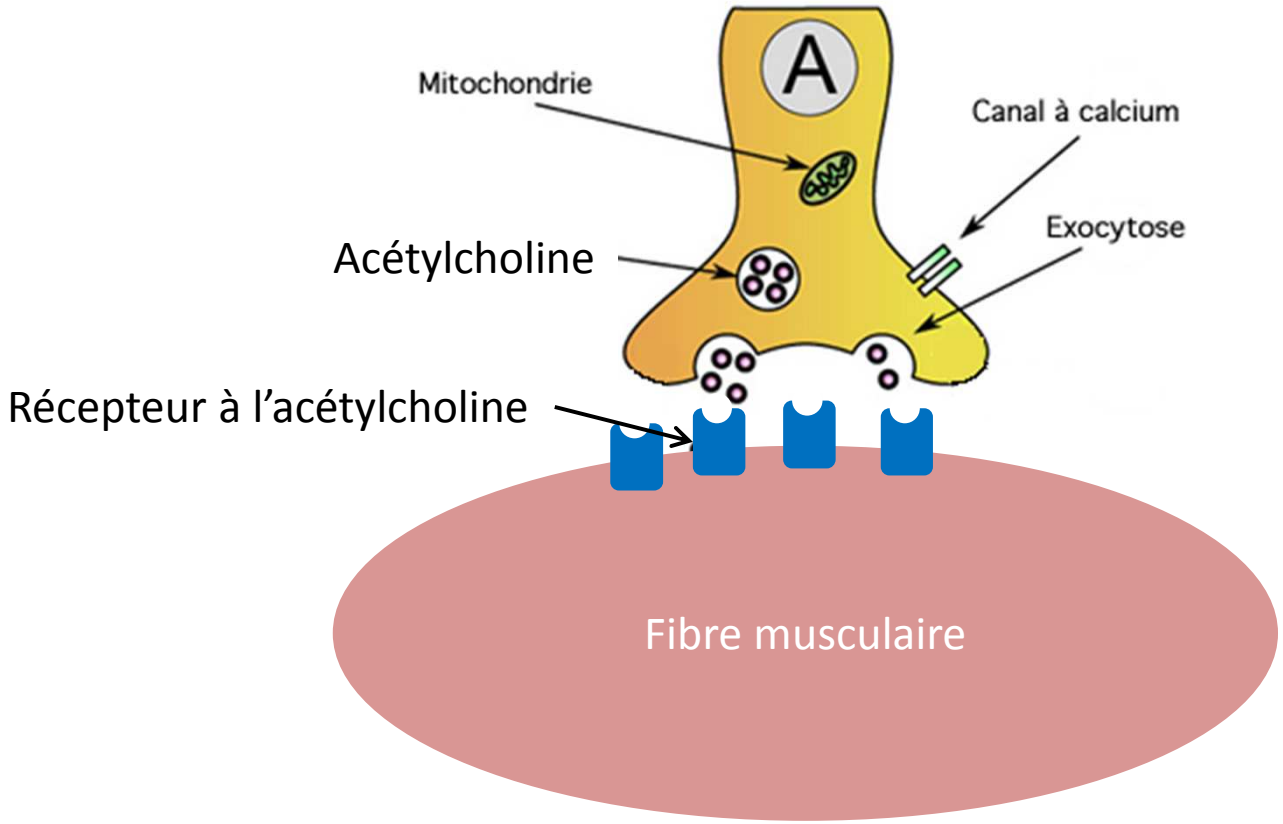


- On en distingue plusieurs types : astrocyte, oligodendrocyte, cellule de Schwann, microglie…
- Tumeurs cérébrales : souvent au dépens de ces cellules

La plaque motrice

- La contraction des muscles est déclenchée par l'arrivée d'un signal électrique conduit par les nerfs
  - Chaque muscle reçoit des signaux d'un nerf spécifique (il est innervé par ce nerf)
  - Chaque nerf peut envoyer des signaux à plusieurs muscles
- La jonction entre le nerf et le muscle s'appelle la **plaque motrice**
- Lorsqu'un influx nerveux arrive, le neurone libère de l'**acétylcholine**, qui va se fixer sur des récepteurs présents sur les fibres musculaires, déclenchant leur contraction

La plaque motrice



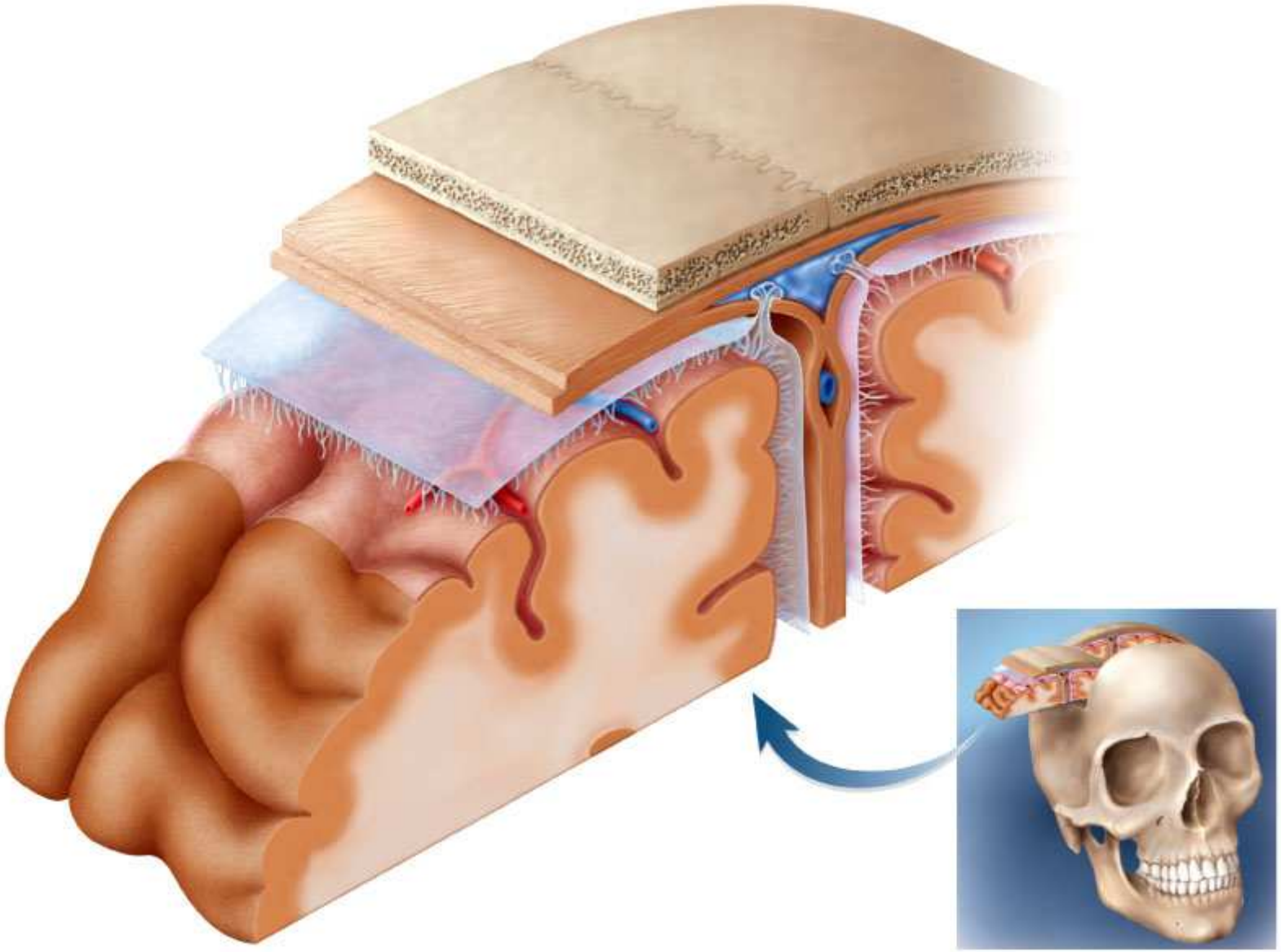
Curare : entraine une paralysie par blocage de la plaque motrice

Les méninges

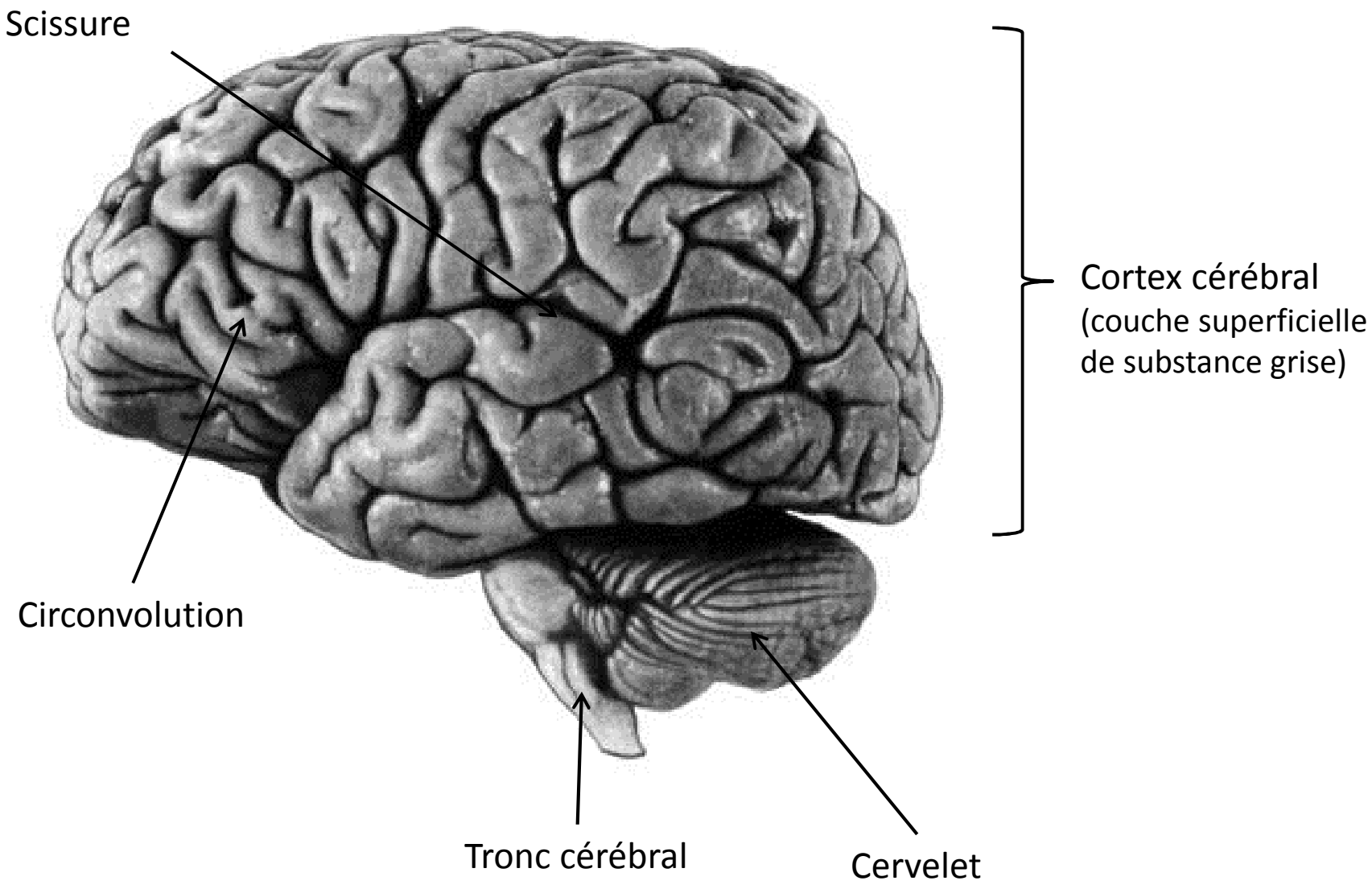
- Membranes entourant le système nerveux central (cerveau et moelle épinière)
- Délimitent un espace où circule du liquide céphalo-rachidien (LCR) .C'est l'espace sous-arachnoïdien
- Méningite : inflammation des méninges, le plus souvent à cause d'un agent infectieux (**virus, bactérie**)

Les méninges

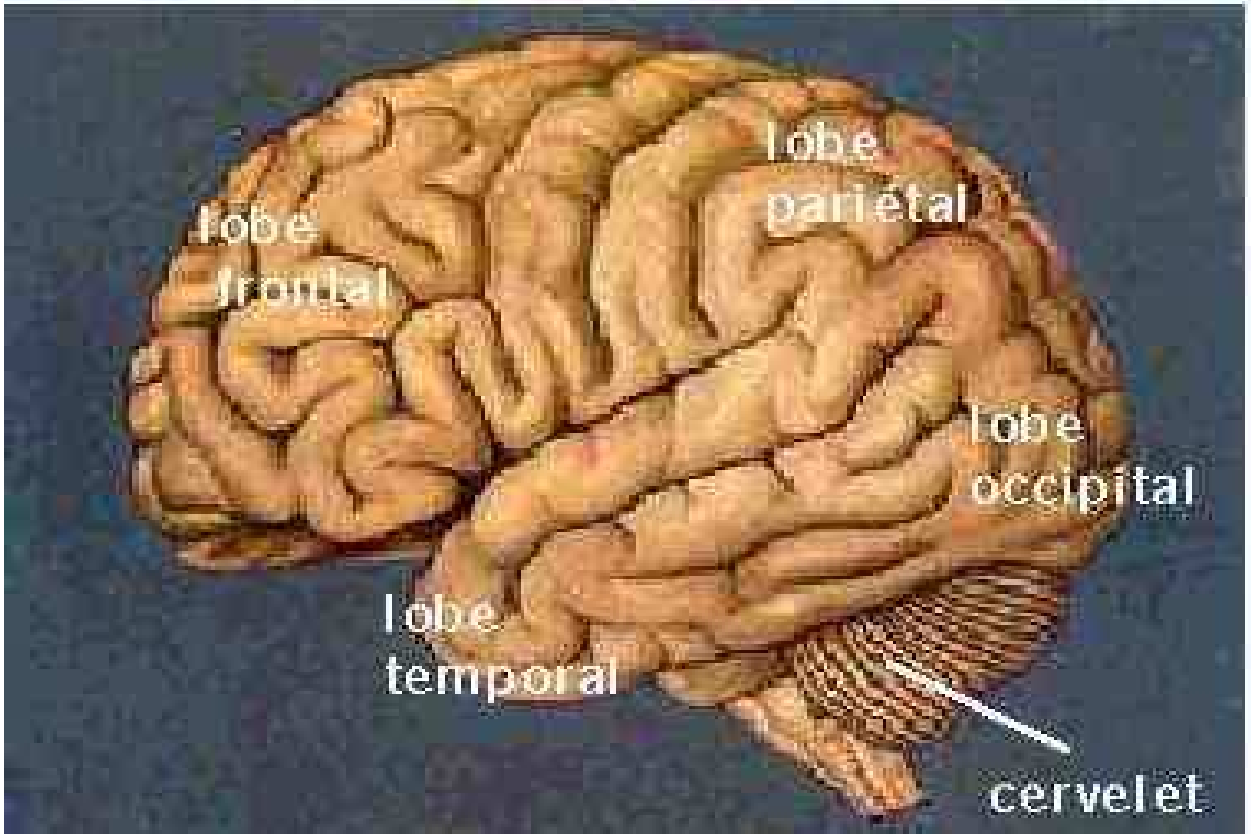
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



L’encéphale


Scissure
Cortex cérébral
(couche superficielle
de substance grise)
Circonvolution
Tronc cérébral
Cervelet

Les lobes cérébraux



LE CERVEAU ET SES RÉGIONS

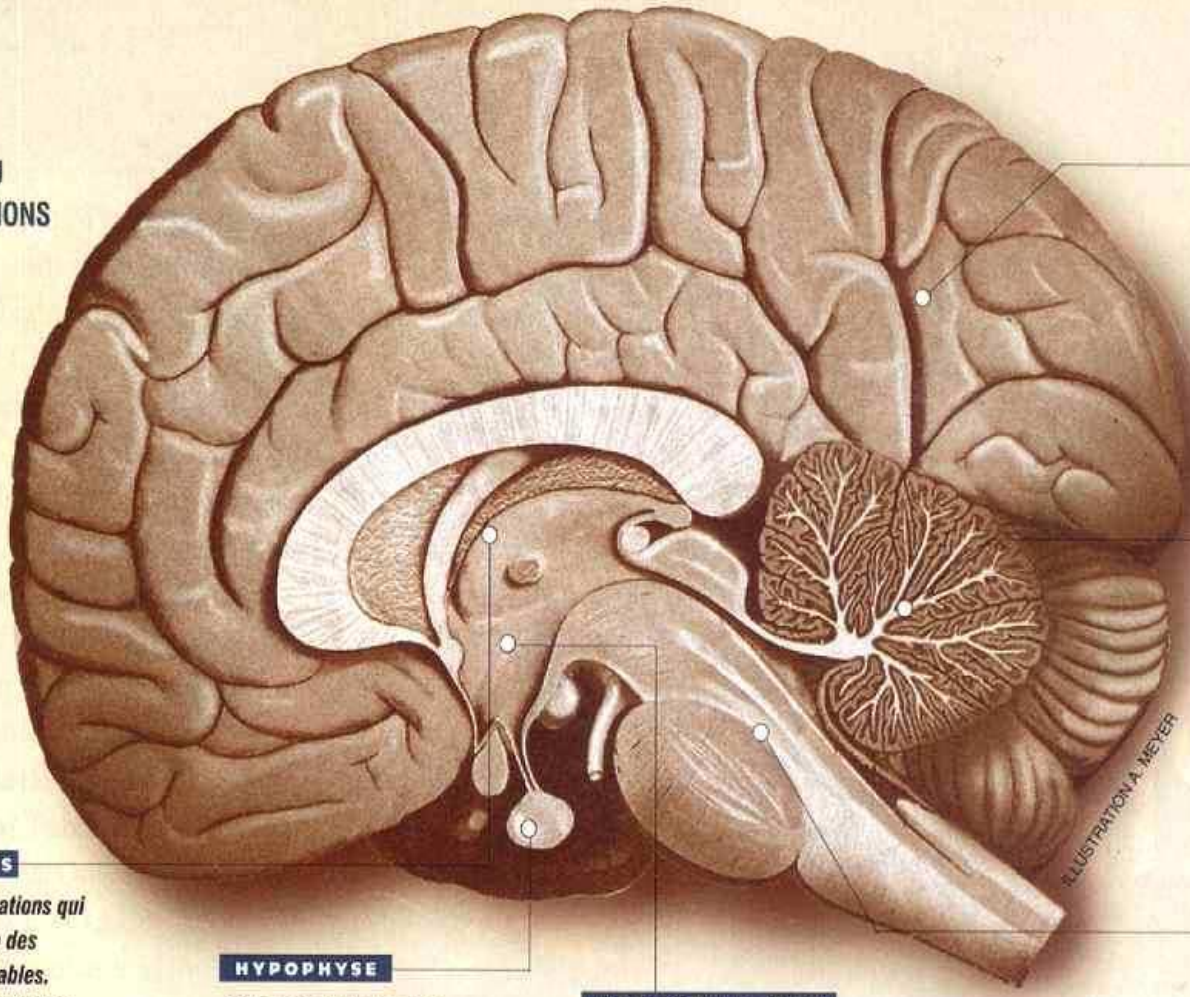


ILLUSTRATION A. MEYER

CORTEX

Répartie en deux hémisphères, cette couche de substance grise élabore une perception consciente de l'environnement. Elle réfléchit, se souvient, et décide de nos mouvements.

CERVELET

Disposée derrière le cerveau, cette sorte de petit chou-fleur coordonne nos mouvements.

THALAMUS

Il trie les informations qui correspondent à des fonctions semblables. Une sensation y est déjà perçue comme plaisante ou désagréable.

HYPOPHYSE

Cette petite glande, de la taille et de la forme d'un pois, joue un rôle capital dans la production d'hormones.

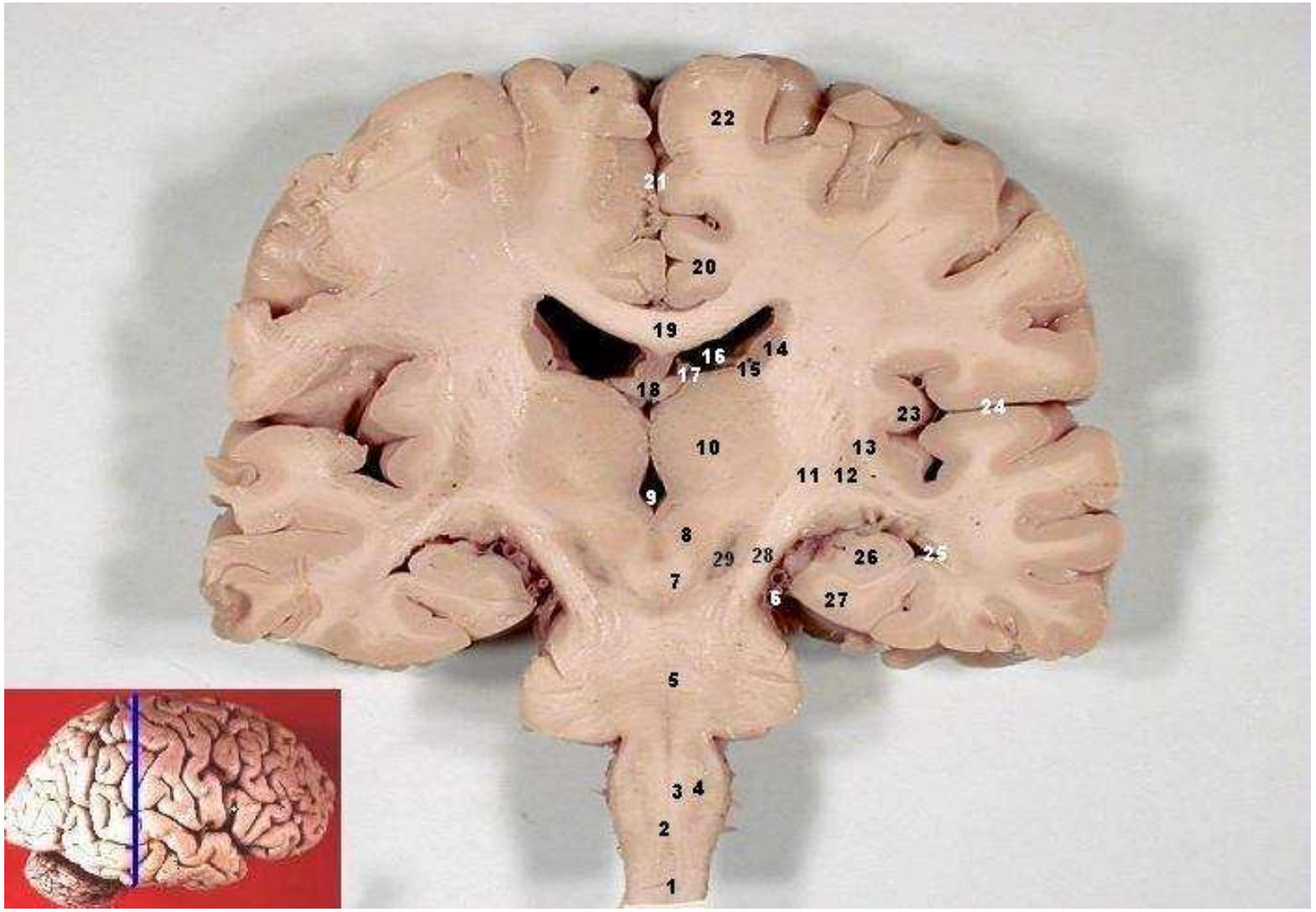
HYPOTHALAMUS

Faim, soif, température du corps, digestion et battements du cœur sont sous son contrôle.

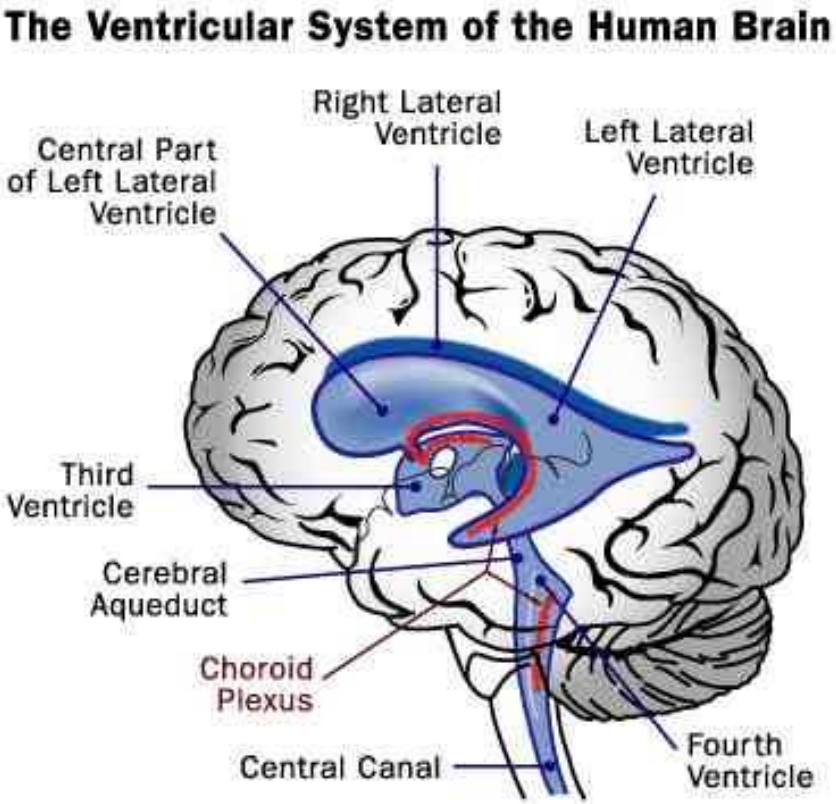
TRONC CÉRÉBRAL

Dans le prolongement de la moelle épinière, il supervise les comportements automatiques indispensables à la survie, telle que la respiration.

Coupe dans le plan frontal



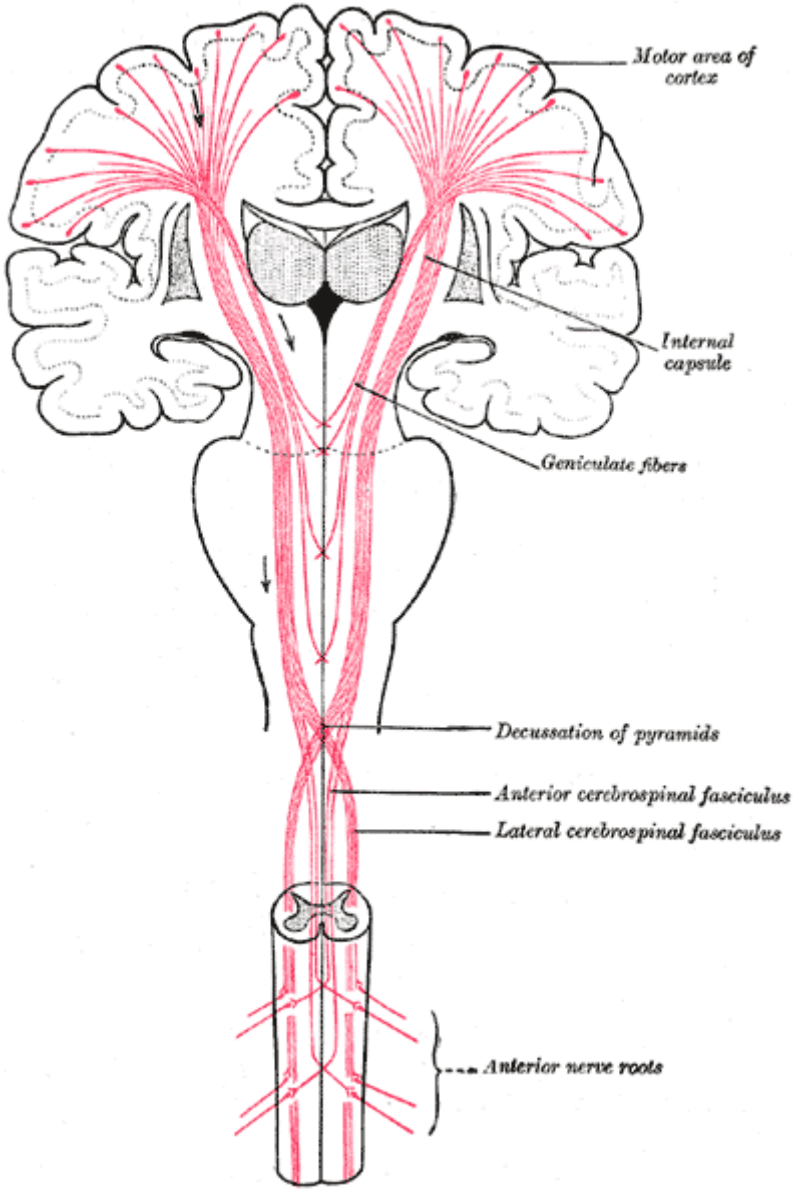
Les ventricules et le liquide céphalo-rachidien (bonus)



- Ventricules : cavités
- 0,65 L de LCR produit /j par les **plexus choroïdes**
- Peut être recueilli par ponction lombaire
- Liquide clair « comme de l'eau de roche »
- Aspect trouble dans certaines méningites
- **Si le LCR ne peut plus s'écouler : hydrocéphalie**

Crâne d'homme hydrocéphale mort à Marseille en 1616, âgé de 50 ans

Voies afférentes et efférentes



- Voies afférentes : voies nerveuses venant de la périphérie vers le cerveau
- Voies efférentes : du cerveau vers la périphérie
- Croisement au niveau du tronc cérébral : le cerveau droit reçoit/envoie des informations depuis/vers la partie G du corps, et inversement

Hémisphère majeur et hémisphère mineur

- La fonction des deux hémisphères n'est pas tout à fait symétrique
- On parle d'hémisphère majeur (ou dominant) et d'hémisphère mineur (ou dominé)
  - Majeur : à gauche chez les droitiers, à Dte chez les gauchers
- Concerne surtout le lobe pariétal :
  - Hémisphère majeur : langage surtout
  - Hémisphère mineur : intégration du schéma corporel

Le cortex

- Couche **de substance grise** (corps cellulaires des neurones) à la surface du cerveau
- Responsable **de toutes les activités conscientes et de nombreuses activités inconscientes**

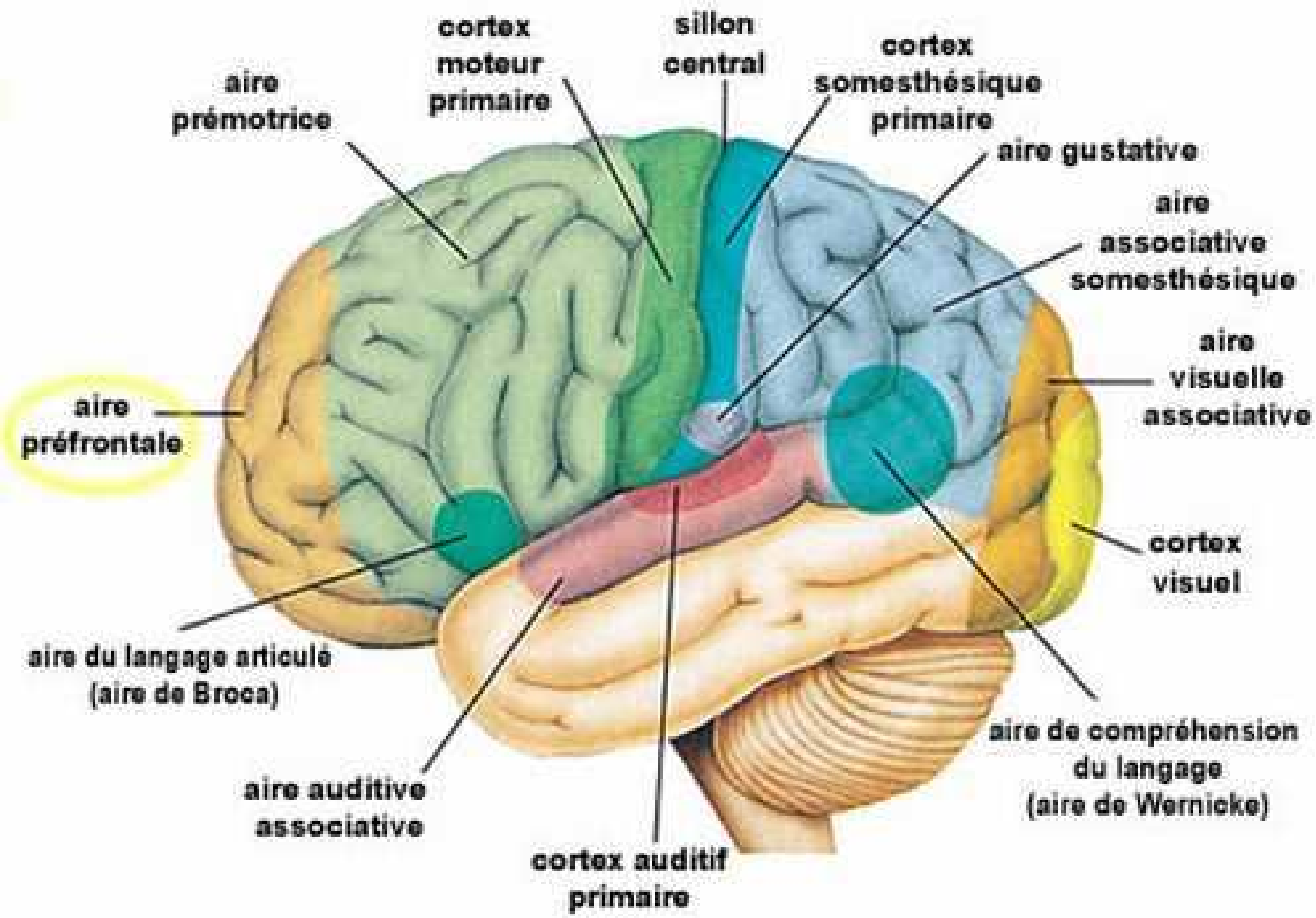
Aires corticales

- Chaque fonction est élaborée par une **aire** du cortex
  - Mouvements volontaires : aire motrice (partie postérieure du lobe frontal)
  - Sensations : aire sensitive (partie antérieure du lobe pariétal
  - Intégration du schéma corporel : lobe pariétal de l'hémisphère mineur
  - Langage : lobe pariétal de l'hémisphère majeur
  - Vision : lobe occipital
- On peut donc deviner la localisation d'une lésion (tumeur, infarctus* (ici c'est l'infarctus cérébral attention) en fonction des symptômes neurologiques

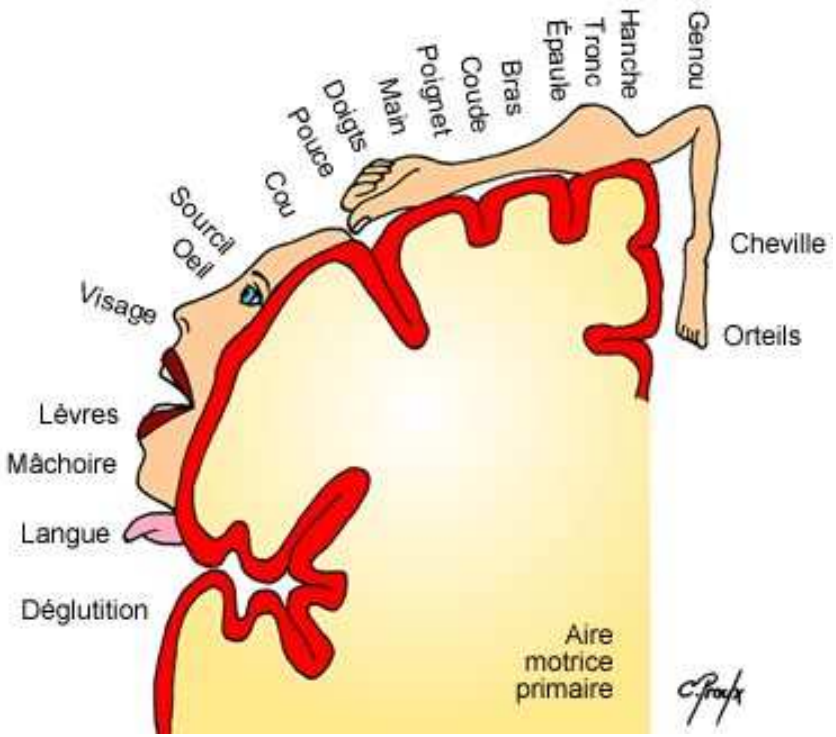
- ***infarctus**

Nécrose (mort tissulaire) survenant dans une région d'un organe et liée à un arrêt brutal de la circulation artérielle. (…) L'atteinte est particulièrement fréquente au niveau du myocarde, du cerveau et des poumons, mais elle s'observe aussi dans d'autres organes (rein, os, rate, intestin).
source Larousse

Localisation des aires corticales bonus



L’aire corticale motrice bonus

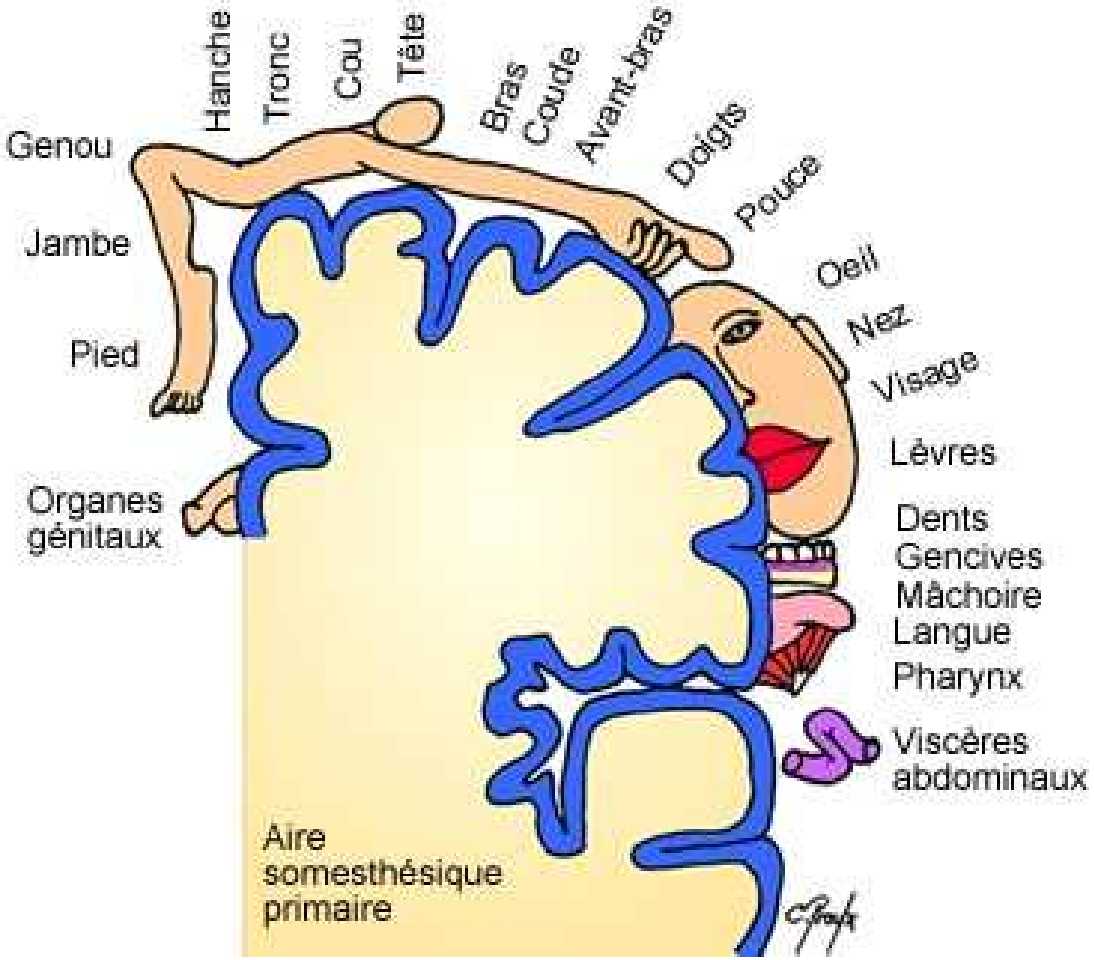


Coupe dans le plan frontal

Représentation **somatotopique *** de l’aire motrice droite.
Au sein de l’aire motrice, chaque zone est responsable de la motricité d’une partie du corps.

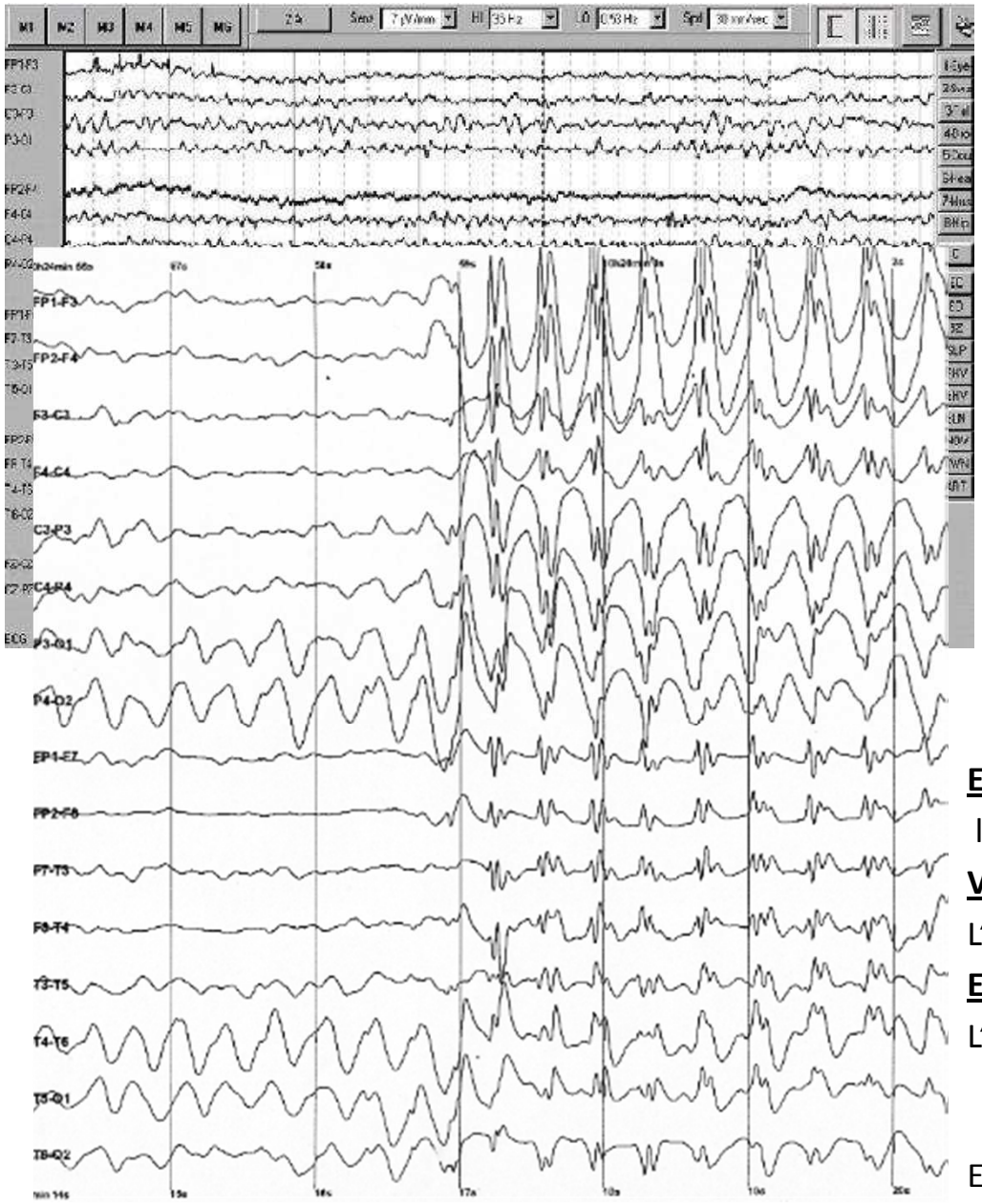
***La somatotopie** est la position relative dans le système nerveux des structures correspondant à différentes parties du corps. Cette représentation peut se faire sous forme d'homonculus

L’aire sensitive **bonus**



Surface occupées par les fonctions sensitives au niveau du cortex s’il existait une proportionalité entre l’importance de cette surface occupée et notre anatomie, voilà à quoi nous ressemblerions.

Activité électrique du cortex



Evaluable par un examen EEG

l'électroencéphalographie

Visible sur un tracé

L'électroencéphalogramme

Effectué avec un appareil

L'électroencéphalographe

Epilepsie : activité anarchique, désorganisée, diffuse

Le cervelet

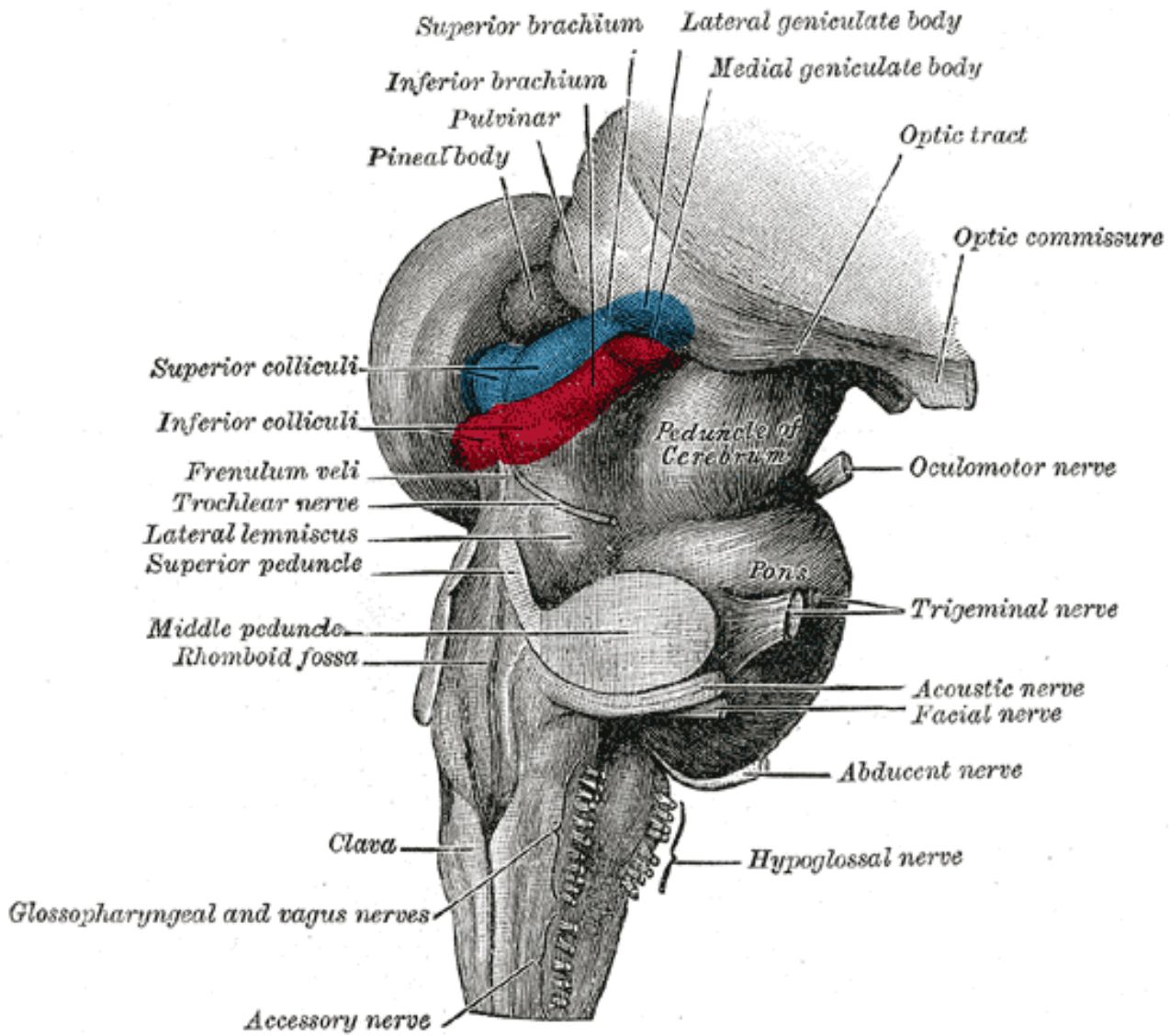
- Situé sous le lobe occipital, en arrière du tronc cérébral
- Relié au cerveau par les pédoncules cérébelleux
- Fonction : impliqué dans
  - Coordination des mouvements
  - Marche et station debout
  - Le tonus

Le tronc cérébral

- Situé en avant du cervelet, sous le cerveau, au dessus de la moelle épinière
- Contient des noyaux de substance grise d'importance vitale
- Voie de passage de toutes les afférences et efférences entre moelle et cerveau
- Fonctions :
  - Maintien de la conscience
  - Cycles biologiques
  - contrôle de la respiration, du rythme cardiaque
- Lieu d'émergence de la majorité des **nerfs crâniens**

Représentation du tronc cérébral

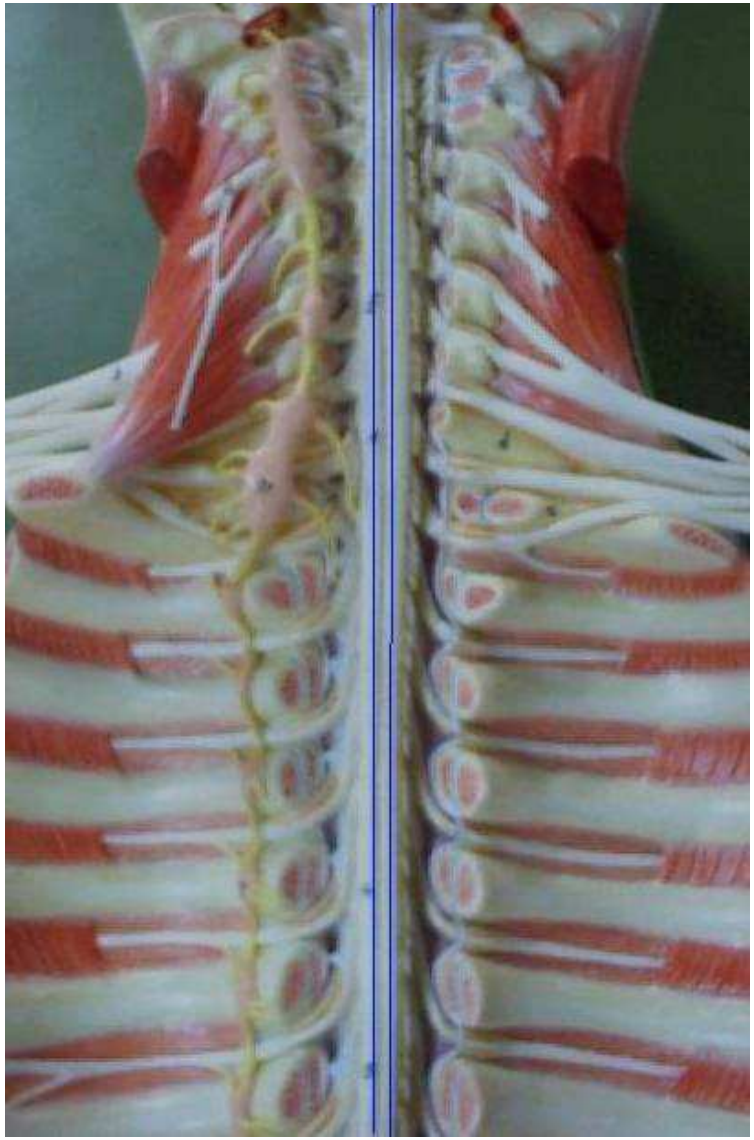
bonus



La moelle épinière

- Fait partie du SN central
- Fait suite au tronc cérébral
- Contenue dans le canal rachidien, délimité par les vertèbres
- Plus courte que la colonne vertébrale : elle s'arrête au niveau de la deuxième vertèbre lombaire
- Emet des racines nerveuses qui sortent du canal rachidien et vont former les différents nerfs
  - 8 racines cervicales, 12 racines dorsales, 5 racines lombaires, 5 racines sacrées

Représentation de la moelle épinière

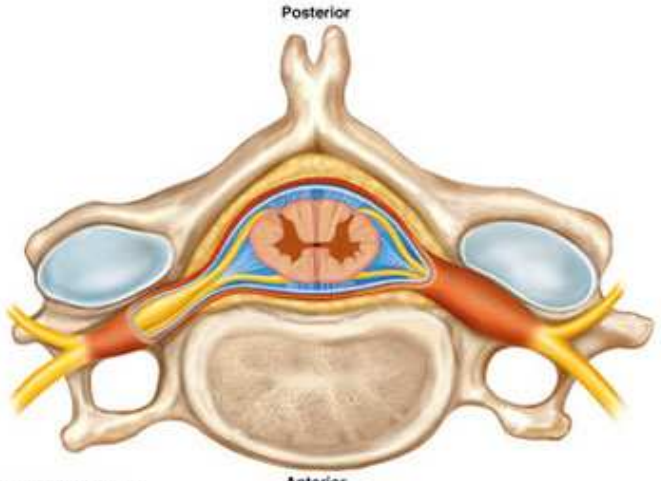


La moelle épinière

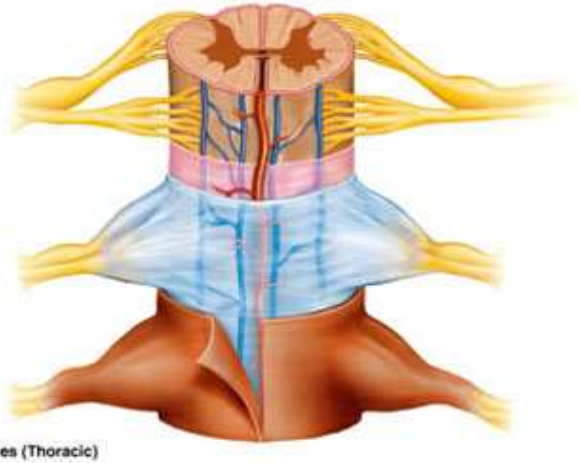
- Rôle de relais entre le cerveau et les nerfs
- Reçoit les informations en provenance des récepteurs périphériques (douleur, position des membres…). Elle les renvoie vers le cerveau où ces informations seront intégrées
- Reçoit également les informations du cerveau (ordre de mouvement…) et les envoie vers les effecteurs (muscles)
- Sert également à certains réflexes : l'information venant de la périphérie génère une réponse ne passant pas par le cerveau

La moelle épinière

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

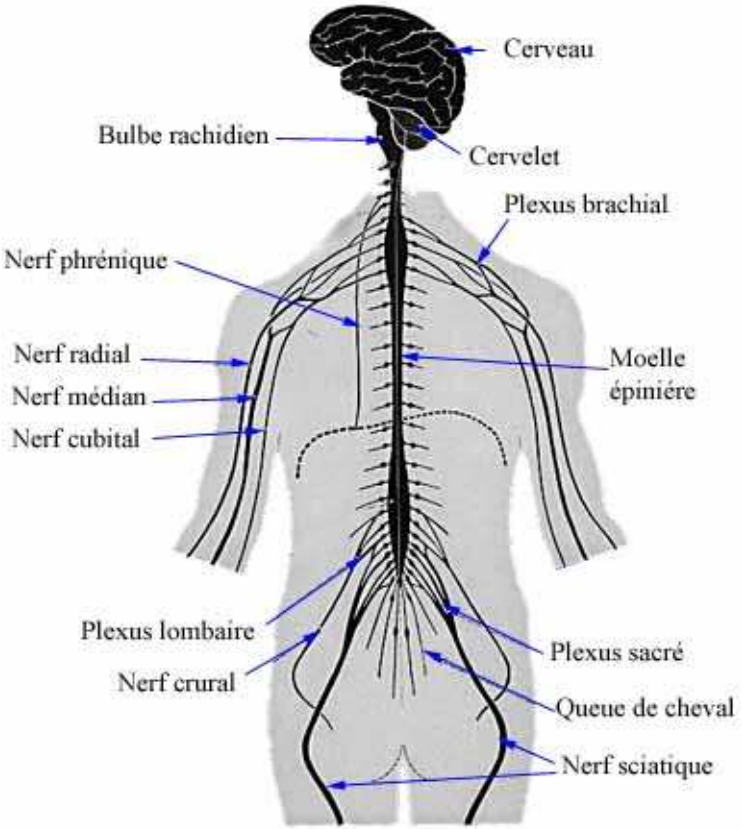


(a) Spinal Cord and Vertebra (Cervical)

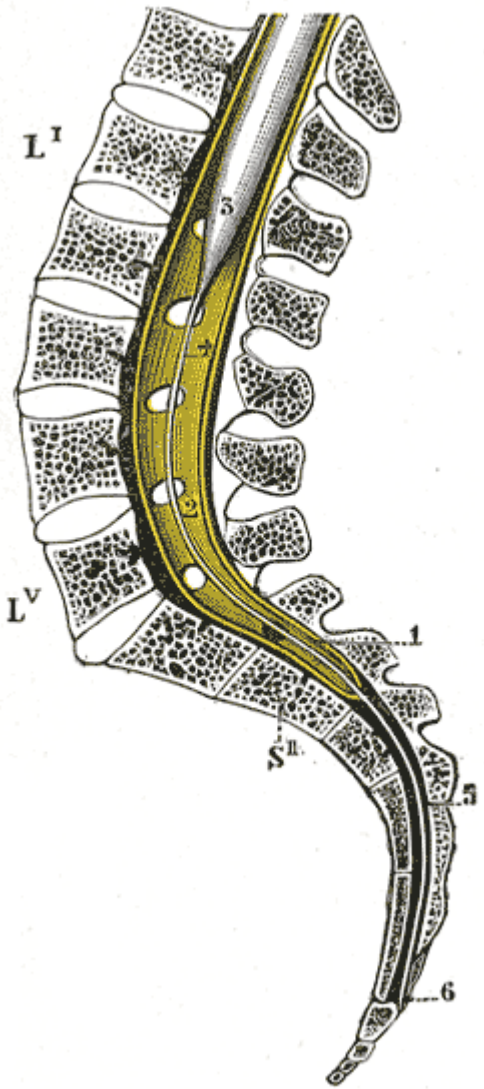


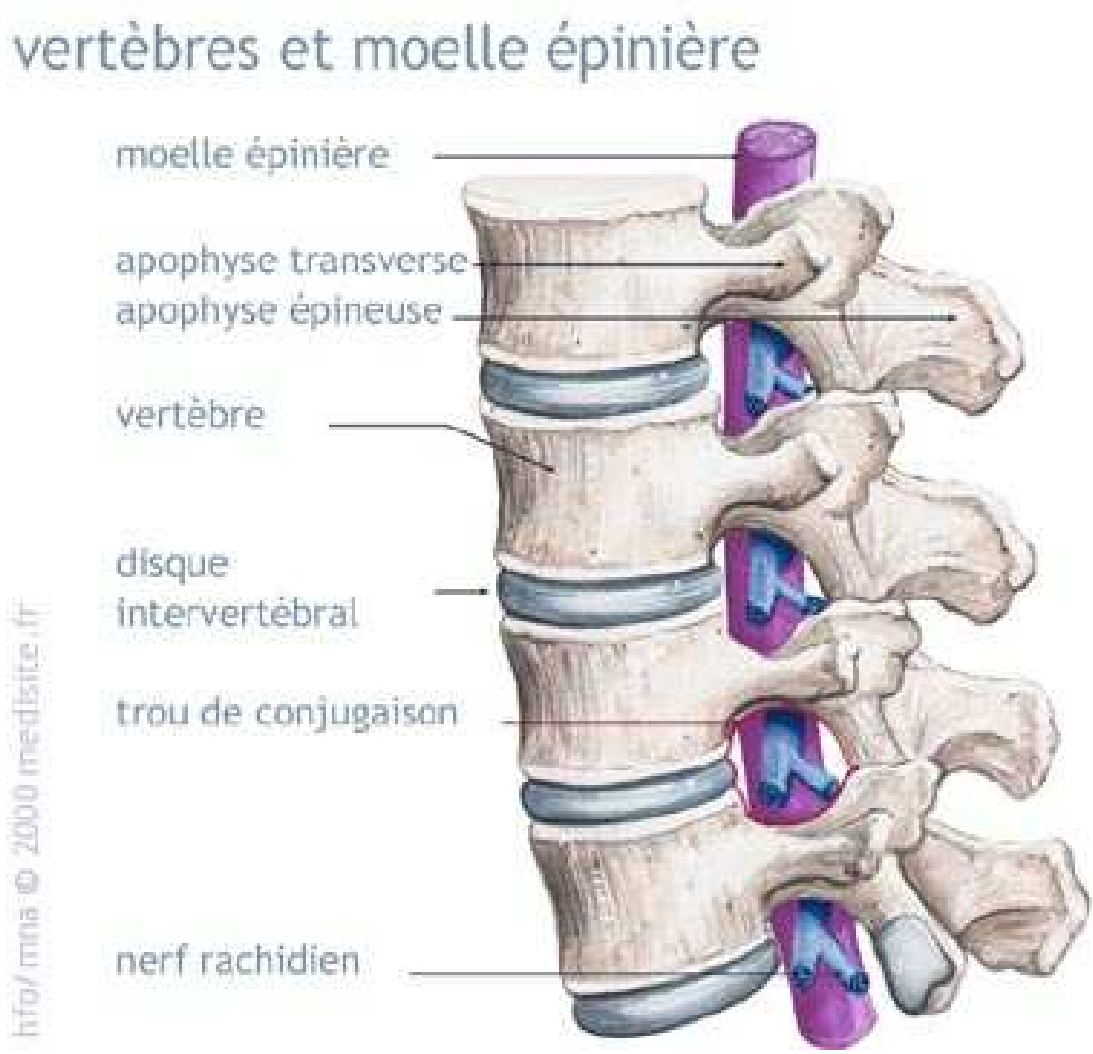
(b) Spinal Cord and Meninges (Thoracic)

Schéma du systéme nerveux cérébro-spinal



La moelle épinière

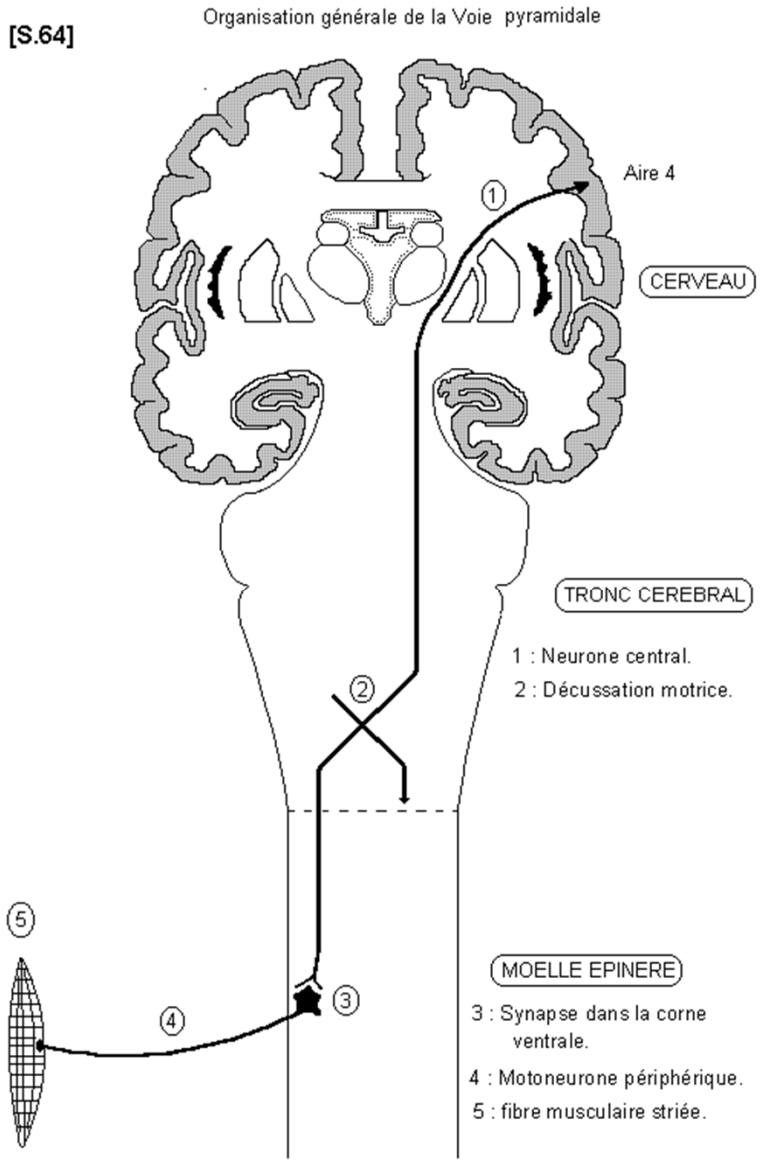




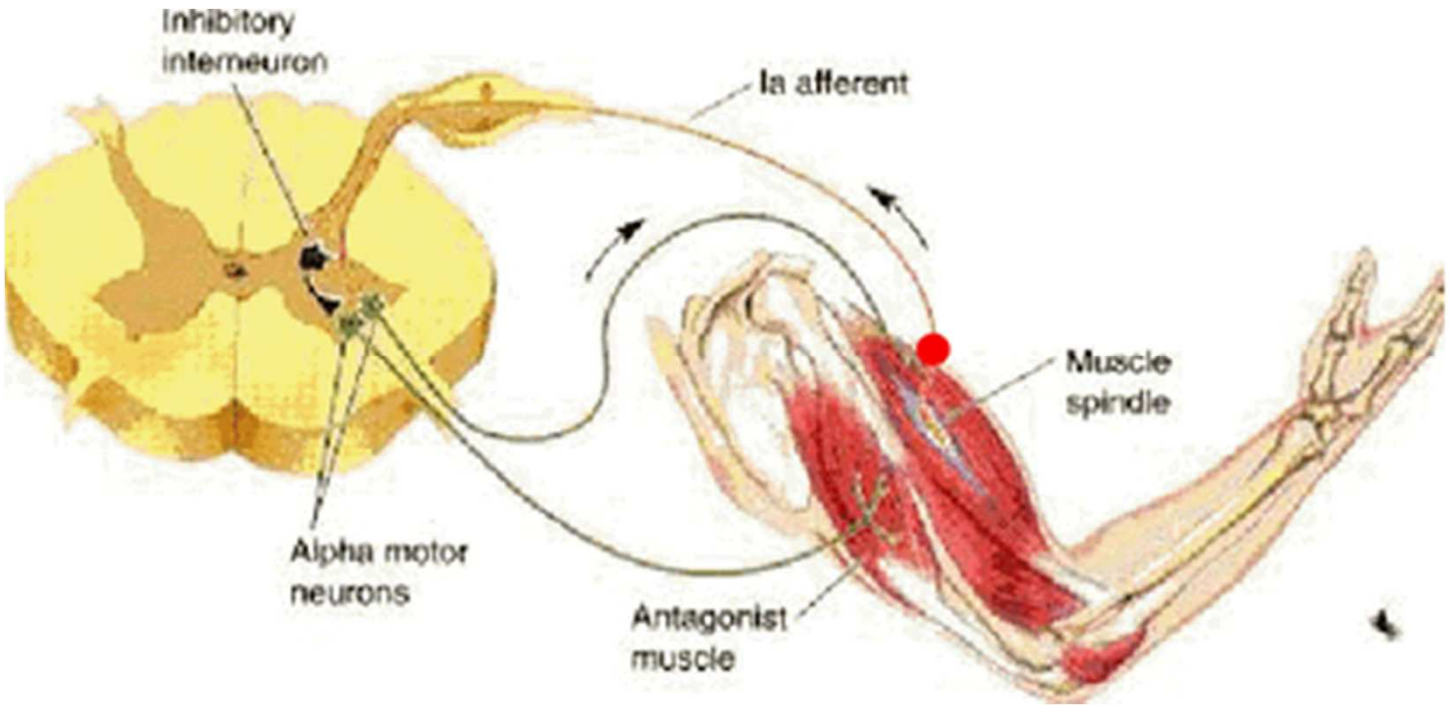
Ex : les mouvements volontaires

- L'ordre du mouvement vient des neurones de l'aire corticale motrice
- Les axones de ces neurones descendent dans la substance blanche, se croisent au niveau du tronc cérébral puis descendent dans la moelle épinière jusqu'au niveau correspondant au muscle
- Il se connectent (synapse) avec un neurone de la moelle épinière (motoneurone)
- L'axone de celui-ci va jusqu'à la plaque motrice
- La voie pyramidale (ou faisceau pyramidal est la voie empruntée par les ordres moteurs)

Les mouvements volontaires



Ex : les réflexes ostéo-tendineux



Ex : la paraplégie (bonus)

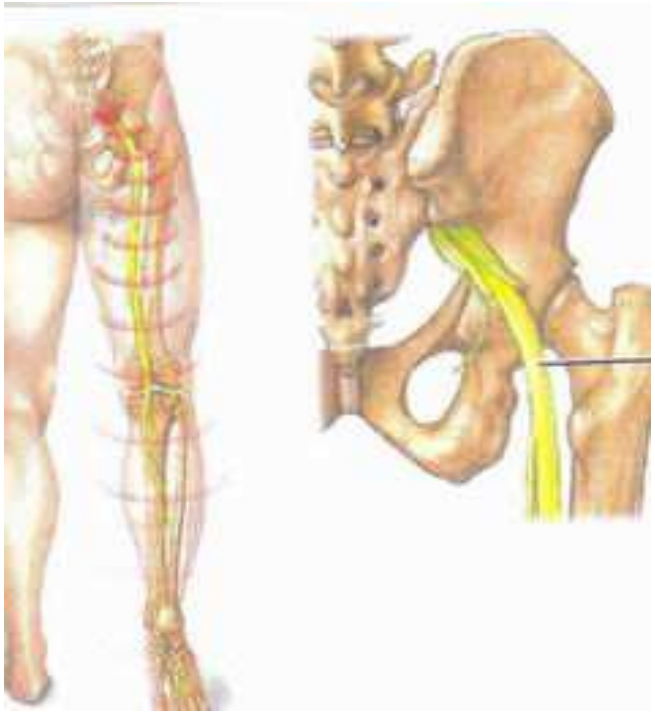
- Le plus souvent due à une section médullaire traumatique en dessous de l'étage cervical
- Paralysie des membres inférieurs : mouvements volontaires impossibles car interruption des voies descendantes
- Anesthésie des membres inférieurs car interruption des voies montantes (les informations ne peuvent plus arriver jusqu'au cortex et y être intégrées)
- Mais les réflexes ostéo-tendineux sont présents

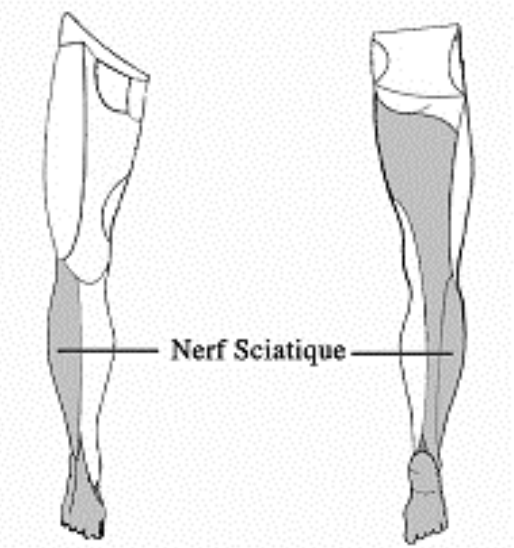
Le système nerveux périphérique

- Les nerfs sont constitués de
  - axones et dendrites de neurones situés dans le système nerveux central
  - Myéline
- Ils sont formés à partir des racines nerveuses sortant de la moelle épinière
- Chaque nerf contient des fibres :
  - Motrices : axones des motoneurones
  - Sensitives
  - Et éventuellement végétatives qui vont agir sur: glandes sudoripares, motricité vasculaire et viscérale…

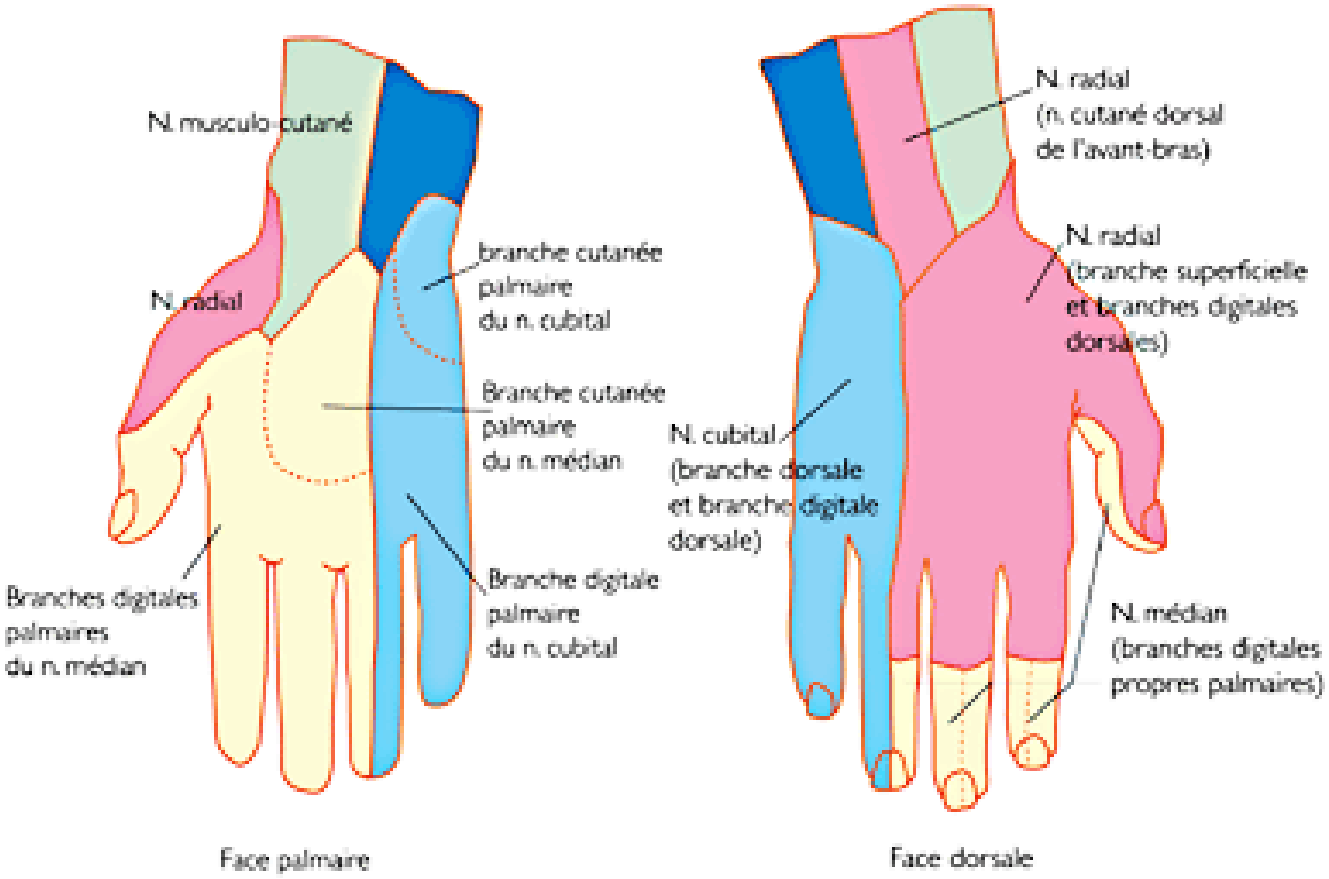
Exemples de nerfs

- Nerf sciatique : contient des fibres des racines lombaires et sacrées (L4, L5, S1, S2, S3)
  - Innervation sensitive :
  - Innervation motrice : adducteurs, tibial antérieur…





Innervation de la main (bonus)



Le système nerveux végétatif (autonome)

- Indépendant de la volonté, **régule l'homéostasie (cf autre cours)**
- Contrôle l'activité des muscles lisses (bronches, intestins, vaisseaux…) et du muscle cardiaque
- **Il est régulé par l'hypothalamus**

Le système nerveux végétatif (autonome)

- Deux grands systèmes :
  - **Sympathique = (orthosympathique)**
    - Neurotransmetteurt = noradrénaline
    - Système du stress, permettant une mobilisation des réserves
    - Activation : tachycardie, hyperglycémie, dilatation bronchique…(voire tableau construit en cours)
  - **Parasympathique**
    - Neurotransmetteur = acétylcholine
    - Activation : dilatation de l'iris, salivation, ralentissement cardiaque (bradycardie)…(voire tableau construit en cours)

LES EXPLORATIONS FONCTIONNELLES EN NEUROLOGIE

Nom de l'examen	C'est quoi?
EEG	L'électro-encéphalographie (EEG) est une méthode d'exploration cérébrale qui mesure l'activité électrique du cerveau par des électrodes placées sur le cuir chevelu souvent représentée sous la forme d'un tracé appelé électro-encéphalogramme
IRM	L'IRM, ou imagerie par résonance magnétique, est un examen médical très utile qui emploie un champ magnétique et des radiofréquences pour générer des images détaillées des structures anatomiques, sans exposer le patient aux radiations
SCANNER	Un scanner (également appelé scanner X, tomodensitométrie ou TDM) est une technique d'examen qui crée des images d'une partie du corps à l'aide d'un appareil d'imagerie médicale. Cet appareil utilise des rayons X à faible dose orientés vers une partie du corps à examiner.
Bilan cognitif	Qu'il s'agisse d'un contexte diagnostic ou pour aider à la décision, l'évaluation de l'intelligence (QI) et du fonctionnement cognitif (mémoire, attention, capacités de raisonnement et d'organisation...) trouve toute sa pertinence dans de nombreuses situations
EMG	L'électromyographie (EMG)[Note 1] est une technique médicale qui permet d'enregistrer, avec un électromyographe, les courants électriques qui accompagnent l'activité musculaire. Elle permet d'étudier le système nerveux périphérique, les muscles et la jonction neuromusculaire, d'obtenir un électromyogramme et d'établir un électrodiagnostic

LE TRAVAIL DU NEUROLOGUE

Que fait le NEUROLOGUE ???

Le neurologue est un médecin spécialiste qui diagnostique et traite les maladies affectant le système nerveux central (le cerveau et la moelle épinière) ainsi que le système nerveux périphérique (les racines et les nerfs incluant les muscles).

La neurologie est souvent perçue comme une spécialité intellectuelle et analytique. L'un des aspects les plus stimulants de ce travail est en effet de combiner des connaissances d'anatomie, de physiologie et de pathologie avec des habilités cliniques pour arriver à un diagnostic précis. La localisation de la lésion constitue la première étape de ce travail. Puis il faut en définir l'étiologie.

Le neurologue traite de très nombreuses pathologies incluant les maladies vasculaires (ex. : ischémie cérébrale transitoire, accident vasculaire cérébral thrombotique ou embolique, hémorragie intracrânienne), les maladies néoplasiques (ex. : tumeur cérébrale primaire ou métastases d'un cancer systémique), les maladies infectieuses (ex. : méningite, encéphalite) ou métaboliques (ex. : encéphalopathie anoxique, sevrage médicamenteux).

Le neurologue s'occupe également de conditions spécifiques au système nerveux telles les maladies dégénératives (ex. : maladie d'Alzheimer, maladie de Parkinson, les maladies moto neuronales), les maladies héréditaires (ex. : ataxie de Friedrich, dystrophie musculaire), les maladies épileptiques (primaires ou secondaires), la sclérose en plaques, les céphalées primaires comme la migraine, les névralgies comme le tic douloureux, etc.

Enfin le neurologue peut être appelé à traiter des pathologies neuromusculaires telles les multiples poly neuropathies, les atteintes neuropathies focales, les atteintes radiculaires liées à des problèmes rachidiens (ex. : hernie discale), la myasthénie grave ainsi que les maladies musculaires (myopathie toxique, poly myosite, etc.

-
-

- http://www.futura-sciences.com/galerie_photos/showphoto.php/photo/4898
- http://www.vulgaris-medical.com/encyclopedie-medicale/arc-reflexe
- http://www.vulgaris-medical.com/image-medicale/arc-reflexe-simple
- http://bv.alloprof.qc.ca/science-et-technologie/l%27univers-vivant/le-maintien-de-la-vie/les-tissus,-les-organes-et-les-systemes-biologiques/les-systemes-biologiques/le-systeme-nerveux/le-neurone-et-l%27influx-nerveux.aspx
- content/uploads/2011/05/transmission_influx_3.jpg&imgrefurl=http://arreter-de-boire.fr/%3Fp%3D769&usg=__47O6NtF7BuaPxqOr2BjVr2mQXSg=&h=468&w=370&sz=96&hl=fr&start=4&zoom=1&tbnid=X0lDmz98O2gZxM:&tbnh=128&tbnw=101&ei=jPE-UZb6NKHW0QWt5oGACg&prev=/search%3Fq%3Dcomment%2Bl%2527influx%2Bnerveux%2Bpasse%2Bd%2527un%2Bneurone%2B%25C3%25A0%2Bl%2527autre%26um%3D1%26hl%3Dfr%26safe%3Dactive%26sa%3DN%26tbm%3Disch&um=1&itbs=1&sa=X&ved=0CDAQrQMwAw
- http://acces.ens-lyon.fr/acces/ressources/neurosciences/phylogenie-et-evolution-des-systemes-nerveux/comprendre/anatomie-et-ontogenese-du-systeme-nerveux-des-vertebres/diverses-images-du-texte-phylogenie/Organigramme%20organisation%20du%20SN.JPG/view
- http://www.lacoloniesp.ca/fr/sclerose/Systeme-immunitaire-systeme-nerveux-central.php
- http://fr.wikipedia.org/wiki/Moelle_%C3%A9pini%C3%A8re